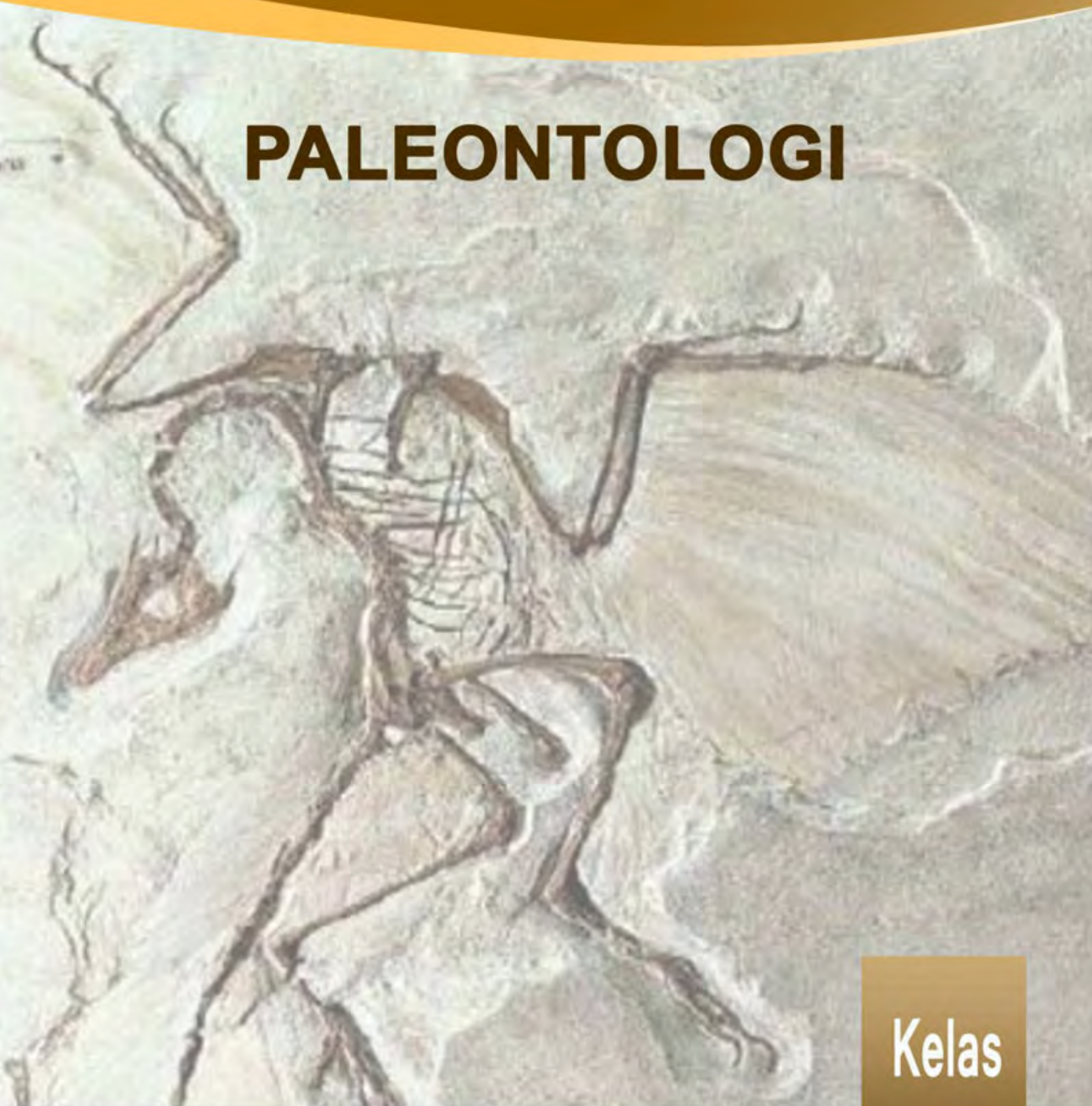
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013

KURIKULUM 2013

PALEONTOLOGI



Semester 1

Kelas X

PENULIS

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

BAB I
PALEONTOLOGI PENDAHULUAN

Dari sejak manusia menghuni bumi kita ini sejak itu pulalah manusia ingin selalu mengetahui segala sesuatu yang terjadi disekitarnya. Perhatian yang selalu ada pada diri manusia inilah yang menyebabkan ia sampai sekarang menjadi makhluk paling sempurna yang pernah hidup di bumi. Diantara berbagai soal yang selalu menjadi perhatiannya diantaranya ialah soal hidup dan mati yaitu bagaimana suatu makhluk hidup disekelilingnya dan bagaimana mereka itu dapat mati di bumi ini. Banyak sekali sisa makhluk yang mati itu sering dijumpai didalam lapisan tanah. Berbagai sisa itu membuktikan adanya suatu penghidupan di zaman yang telah lalu. Dengan mempelajari sisa jasad hidup di masa yang silam tersebut dapat juga ditarik manfaatnya serta menarik deduksi untuk kehidupan di masa yang akan datang.



Apa Itu Paleontologi ?

Paleontologi (dari kata paleos = tua, ontos = hidup, logos = ilmu) adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk bentuk kehidupan yang pernah ada pada masa lampau termasuk evolusi dan interaksi satu dengan lainnya serta lingkungan kehidupannya (paleoekologi) selama umur bumi atau dalam skala waktu geologi terutama yang diwakili oleh fosil.

Sebagaimana ilmu sejarah yang mencoba untuk menjelaskan sebab-sebab dibandingkan dengan melakukan percobaan untuk mengamati gejala atau dampaknya.

Berbeda dengan mempelajari hewan atau tumbuhan yang hidup di jaman sekarang, paleontologi menggunakan fosil atau jejak organisme yang terawetkan di dalam lapisan kerak bumi, yang terawetkan oleh proses-proses alami,sebagai sumber utama penelitian.



Bagaimana Sejarah Paleontologi?

Pengamatan tentang paleontologi sudah dimulai sejak abad ke 5 sebelum masehi, dan ilmu ini baru berkembang pada abad ke 18 setelah Georges Cuvier menerbitkan hasil pekerjaannya dalam ***"Perbandingan Anatomi"*** dan kemudian berkembang secara cepat pada abad ke 19. Fosil yang dijumpai di China sejak tahun 1990 telah memberi informasi baru tentang awal terjadinya evolusi binatang-binatang, awal mula ikan, dinosaurus, evolusi burung dan mamalia.

Selain Georges Cuvier ada beberapa tokoh dan teori pencetus paleontologi antara lain yaitu :

1. Shrock &Twen hofel (1952)
   Paleontologi adalah ilmu yang mempelajari tentang kehidupan masa lampau dalam skala umur geologi.Studi Paleontologi dibatasi oleh skala waktu geologi yaitu umur termuda adalah Kala Holosen (0,01 jt. th. yang lalu).
2. Strabo (58 SM-25 M)
   Melihat kenampakan seperti beras pada batu gamping yang digunakan untuk membangun piramid. Fosil tersebut kemudian dikenal sebagai Numm ulites.
3. Abbe Giraud de Saulave (1777)
   Law of Faunal Succession (Hukum Urut-urutan fauna).Jenis-jenis fosil itu berada sesuai dengan umurnya. Fosil pada formasi terbawah tidak serupa dengan formasi yang di atasnya.
4. Chevalier de Lamarck (1774 – 1829)
   Pencetus Hipotesa Evolusi . Organisme melakukan perubahan diri untuk beradaptasi dengan lingkungannya.
5. Baron Cuvier (1769 – 1832)

Penyusun sistematika Paleontologi (Taksonomi).

6. William Smith (1769 – 1834)

   Law of Strata Identified by Fossils (Hukum Mengenali Lapisan Dengan Fosil Kemenerusan) suatu lapisan batuan dapat dikenali dari kandungan fosilnya.

7. Charles Robert Darwin (1809 – 1882)

   Perubahan makhluk hidup disebabkan oleh adanya faktor seleksi alam

8. Pada abad ke 18 dan 19

   Seorang ahli geologi berkebangsaan Inggris William Smith dan ahli paleontologi Georges Cuvier dan Alexandre Brongniart dari Perancis. Menemukan batuan-batuan yang berumur sama serta mengandung fosil yang sama pula, walaupun batuan-batuan tersebut letaknya terpisah cukup jauh.

1.1. Ruang Lingkup Paleontologi



Pada dasarnya ruang lingkup paleontologi adalah tentang segala sesuatu yang telah hidup di masa lampau (baik hewan, tumbuhan, protista, jamur maupun bakteri) yang hingga kini sudah punah dan hanya tertinggal fosil-fosilnya. Sehinggga kita hanya meneliti dari jejak-jejak yang tertinggal. Secara umum paleontologi dapat digolongkan menjadi dua yaitu Paleobotani (tumbuhan purba) dan Paleozoologi (hewan purba).

1. Paleobotani (Tumbuhan purba)

Paleobotani (dari bahasa Yunani *paleon* berarti tua dan *botany* yang berarti ilmu tentang tumbuhan) adalah cabang dari paleontologi yang khusus mempelajari fosil tumbuhan.

Kajian Paleobotani meliputi aspek fosil tumbuhan, rekonstruksi taksa, dan sejarah evolusi dunia tumbuhan.

Tujuan mempelajari Paleobotani adalah:

a. Untuk rekonstruksi sejarah dunia tumbuhan. Hal ini dapat dilakukan karena fosil tumbuhandari suatu kolom geologis tertentu berbeda dengan yang terdapat pada kolom geologis lainnya. Dengan demikian dapat diketahui jenis tumbuhan yang ada dari waktu ke waktu, atau dengan kata lain dapat diketahui sejarahnya, khususnya mengenai kapan kelompok tumbuhan tersebut mulai muncul di muka bumi, kapan perkembangan maksimalnya, dan kapan kelompok tumbuhan tersebut punah.
b. Untuk keperluan analisa pola dan suksesi vegetasi dari waktu ke waktu.
c. Untuk analisa endapan dari masa karbon (khususnya yang mengandung sisa tumbuhan),yang berpotensi dalam presiksi sifat-sifat batubara. Dengan demikian dapat diketahui macam batubara serta dari tumbuhan apa batubara tersebut berasal.
d. Untuk dapat melakukan dedukasi mengenai aspek-aspek perubahan iklim. Dengan cara ini maka dimungkinkan untuk merekonstruksi lingkungan masa lampau beserta perubahan-perubahan yang terjadi, dan juga untuk mempelajari hubungan antara tumbuhan dengan hewan yang menghuni lingkungan tersebut. Salah satu perubahan iklim yang seringkali dapat diungkap dengan pendekatan ini adalah perubahan ternperatur rata-rata.

2. Paleozoologi (Hewan vertebrata dan invertebrata purba)

Paleozoologi (berasal dari bahasa Yunani: *paleon* = tua dan *zoon* = hewan) adalah cabang dari paleontologi, yang bertujuan untuk menemukan dan mengindentifikasi fosil hewan bersel banyak dari sistem geologi, untuk menggunakan fosil tersebut dalam rekonstruksi lingkungan dan ekologi prasejarah.

Jadi tujuan dari mempelajari paleozoologi adalah:

a. Rekonstruksi sejarah kehidupan pada masa lampau baik di bidang hewan dan perkembangan manusia. Proses rekonstruksi kehidupan dilakukan melalui rekonstruksi fosil karena fosil ditemukan dalam lapisan/strata batuan yang berlainan

sehingga dapat diketahui perkiraan waktu munculnya dan kehidupan makhluk yang telah menjadi fosil tersebut.

b. Analisa pola dan suksesi suatu vegetasi dari waktu ke waktu. Kehidupan pada masa purba dimana kondisi bumi yang dinamis sangat memungkinkan terjadinya perubahan kondisi lingkungan yang ekstrim sehingga mempengaruhi kehidupan spesies dan vegetasi tanaman.

c. Analisa mengenai aspek-aspek perubahan iklim yang terjadi. Cara ini bermanfaat untuk merekonstruksi dampak perubahan iklim pada lingkungan, mempelajari bagaimana hubungan antara hewan dan tumbuhan yang hidup pada lingkungan tersebut.

d. Analisa kehidupan biokultural manusia sejak manusia muncul di bumi, proses evolusinya melalui masa dan wilayah distribusinya seluas dan selama mungkin.

e. Analisa proses adaptif yang dilakukan makhluk hidup terhadap perubahan kondisi lingkungan, makhluk yang mampu beradapatasi akan terus bertahan walaupun periode waktu geologi terus berjalan sedangkan yang tidak mampu beradaptasi akan punah. Proses adaptasi membuka zona adaptif yang baru yaitu suatu kumpulan kondisi hidup dan sumber daya baru yang memberikan banyak kesempatan yang sebelumnya tidak dimanfaatkan.

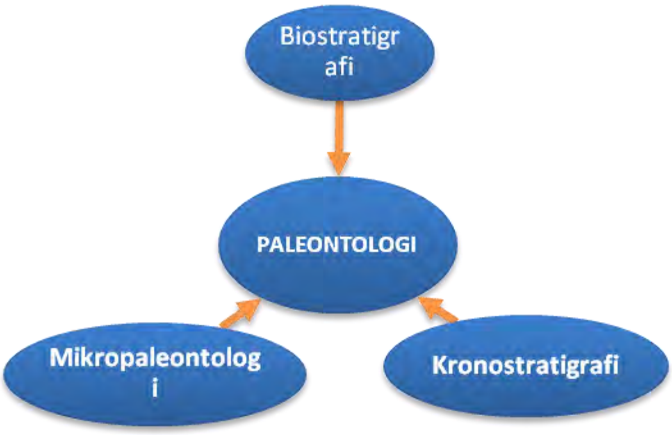
Diskusi :

Membandingkan tentang paleobotani dan paleozoologi.

Ruang Lingkup Paleontologi	Yang diamati	Manfaat/Kegunaan
Paleobotani		
Paleozoologi		

1.2. Hubungan Paleontologi dengan Ilmu Lainnya

Paleontologi berkaitan erat tentang fosil dan perkembangan makhluk hidup hingga sekarang.Sehingga paleontologi berhubungan erat dengan ilmu evolusi. Tapi sampai sekarang, ilmu tentang evolusi banyak sekali terdapat pro dan kontra, banyak yang setuju dengan ilmu ini, tetapi lebih banyak yang menolaknya. Tapi dalam hal ini, paleontologi sangat berkaitan dengan evolusi, bahkan sangat menunjang, untuk membuktikan kebenarannya.

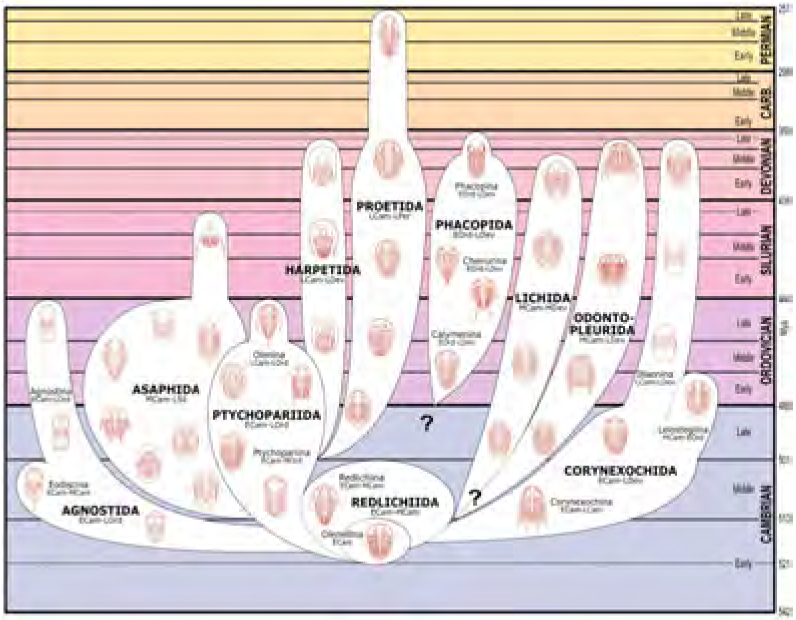


Sebagai satu cabang ilmu yang memiliki ruang lingkup kajian yang sangat luas, paleontologi tidak dapat berdiri sendiri dan memiliki kaitan yang sangat erat dengan cabang keilmuan yang lain antara lain adalah :

1. Biostratigrafi

Biostratigrafi merupakan ilmu penentuan umur batuan dengan menggunakan fosil yang terkandung didalamnya. Biasanya bertujuan untuk korelasi, yaitu menunjukkan bahwa horizon tertentu dalam suatu bagian geologi mewakili periode waktu yang sama dengan horizon lain pada beberapa bagian lain. Fosil berguna karena sedimen yang berumur sama dapat terlihat sama sekali berbeda dikarenakan variasi lokal lingkungan sedimentasi. Sebagai contoh, suatu bagian dapat tersusun atas lempung dan napal sementara yang lainnya lebih bersifat batu gamping kapuran, tetapi apabila kandungan spesies fosilnya serupa, kedua sedimen tersebut kemungkinan telah diendapkan pada waktu yang sama.

Amonit, *graptolit* dan *trilobit* merupakan fosil indeks yang banyak digunakan dalam biostratigrafi. Mikrofosil seperti *acritarchs*, *chitinozoa*, *conodonts*, kista dinoflagelata, serbuk sari dan *foraminifera* juga sering digunakan. Fosil berbeda dapat berfungsi dengan baik pada sedimen yang berumur berbeda; misalnya *trilobit*, terutama berguna untuk sedimen yang berumur Kambrium. Untuk dapat berfungsi dengan baik, fosil yang digunakan harus tersebar luas secara geografis, sehingga dapat berada pada bebagai tempat berbeda. Mereka juga harus berumur pendek sebagai spesies, sehingga periode waktu dimana mereka dapat tergabung dalam sedimen relatif sempit, Semakin lama waktu hidup spesies, semakin tidak akurat korelasinya, sehingga fosil yang berevolusi dengan cepat, seperti *amonit*, lebih dipilih daripada bentuk yang berevolusi jauh lebih lambat, seperti *nautoloid*.

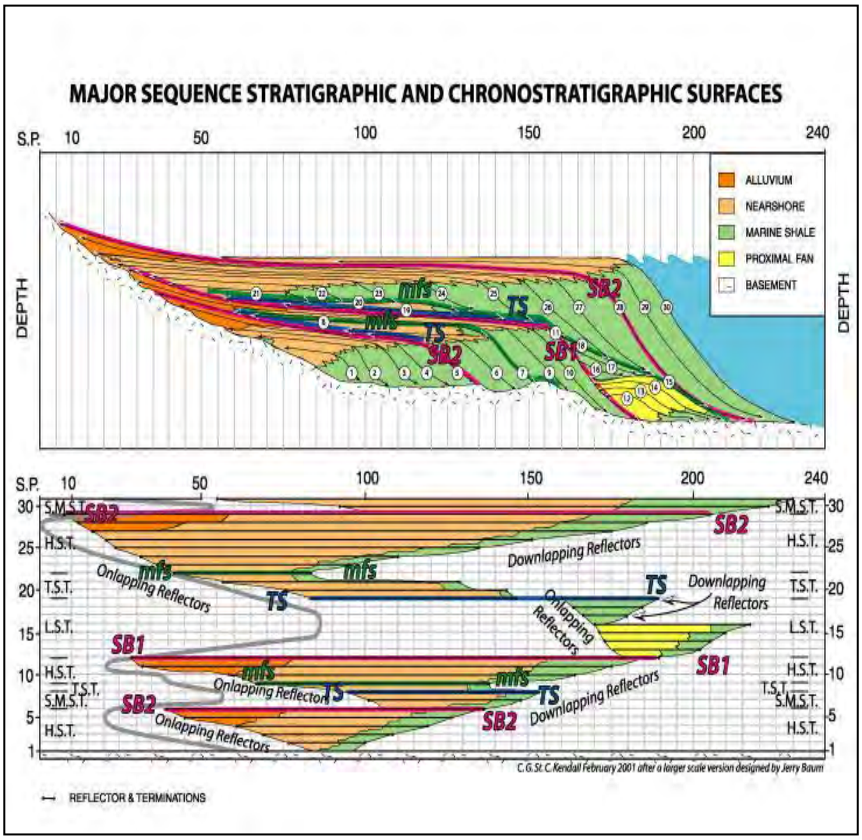


Gambar 1.1.Biostratigrafi Trilobita. sumber www.trilobites.info

2. Kronostratigrafi

Kronostratigrafi merupakan cabang dari stratigrafi yang mempelajari umur strata batuan dalam hubungannya dengan waktu. Tujuan utama dari kronostratigrafi adalah untuk menyusun urutan pengendapan dan waktu pengendapan dari seluruh batuan didalam suatu wilayah geologi, dan pada akhirnya, seluruh rekaman geologi bumi. Tata nama stratigrafi standar adalah sebuah system kronostratigrafi yang berdasarkan interval waktu paleontologi yang didefinisikan oleh kumpulan fosil yang dikenali

(biostratigrafi). Tujuan kronostratigrafi adalah untuk memberikan suatu penentuan umur yang berarti untuk interval kumpulan fosil ini.



Gambar 1.2. Kronostratigrafi sumber www.sepmstrata.orgcms_imagesexericeschronostratMfsNewChronoXsecNos.jpg

3. Mikropaleontologi

Mikropaleontologi merupakan cabang paleontologi yang mempelajari mikrofosil. Mikrofosil adalah fosil yang umumnya berukuran tidak lebih besar dari empat millimeter, dan umumnya lebih kecil dari satu milimeter, sehingga untuk mempelajarinya dibutuhkan mikroskop cahaya ataupun elektron. Fosil yang dapat dipelajari dengan mata telanjang atau dengan alat berdaya pembesaran kecil,seperti kaca pembesar, dapat dikelompokkan sebagai makrofosil. Secara tegas, sulit untuk menentukan apakah suatu organisme dapat digolongkan sebagai mikrofosil atau tidak, sehingga tidak ada batas ukuran yang jelas.

1.3. Konsep Dasar Paleontologi

1.Taksonomi

Taksonomi adalah pengelompokan organisme berdasarkan kesamaan ciri fisik tertentu. Dalam penyebutan organisme sering dipergunakan istilah taksa apabila tingkatan taksonominya belum diketahui. Unit terkecil dalam taksonomi adalah spesies, sedangkan unit tertinggi adalah kingdom.Diantara unit-unit baku dapat ditambahkan super jika terletak di atas unit baku, contoh: superkingdom, merupakan unit yang lebih tinggi dari kingdom. Jika ditambahkan sub terletak di bawah unit baku, contoh: sub filum, terdapat di bawah unit filum.

Satuan Tax.	**Kerang**	**Kucing**
Kingdom	Animalia	Animalia
Filum	Molluska	Chordata
Klas	Pelecypoda	Mamalia
Ordo	Anisomyaria	Carnivora
Famili	Pectenidae	Felidae
Genus	Pecten	Felis
Spesies	Ziczac	Domestica

Tabel 1.1 Contoh Satuan Taksonomi

2. Spesifikasi Nama

Deskriptif, Pemberian nama di dasarkan pada ciri fisik, dapat berupa:

a. Bentuk tubuh: *Turritella angulata*, memperlihatkan bentuk tubuh turreted (meninggi) dan menyudut pada kamarnya.
b. Struktur: *Tubipora musica*, memperlihatkan struktur tubuh berpipa (tube) dan terangkai seperti alat musik (musica).

c. Geografis: Pemberian nama yang didasarkan pada lokasi dimana fosil tersebut pertama kali diketemukan. Contoh: *Fussulina sumatrensis*, Fussulina yang diketemukan di sumatera.
d. Personal: Mencantumkan nama penemunya. Contoh: *Discoater martinii*, Martini adalah penemu fosil tersebut.

3. Filogeni

Filogeni adalah ilmu yang mempelajari hubungan kekerabatan suatu organisme dengan organism lainnya. Hubungan tersebut ditentukan berdasarkan morfologi hingga DNA. Filogeni sangat diperlukan dalam mempelajari proses evolusi dan penyusunan taksonomi. Evolusi sendiri dapat diartikan sebagai perubahan yang berangsur-angsur dari suatu organisme menuju kepada kesesuaian dengan waktu dan tempat. Jadi evolusi sendiri merupakan proses adaptasi dari suatu organism terhadap lingkungannya. Metode Penyusunan Filogeni terdiri dari metode:

a. Fenetik, Metode penyusunan filogeni dengan pendekatan analisa numerik. Pendekatan tersebut meliputi penghitungan Indeks ketidaksamaan, Indeks keanekaragaman, Analisa pola dan berbagai indeks yang lain. Dalam pendekatan fenetik semua subyek dan faktor yang dianalisis punya kedudukan yang sama.
b. Kladistik, Metode ini muncul atas dasar pemikiran bahwa proses alamiah akan selalu mengambil jalan yang paling singkat. Dalam kladistik setiap ciri fisik mempunyai tingkatan yang berbeda.

4. Metode Identifikasi

a. Morfologi.

Pendekatan morfologi berupa deskriptif kualitatif. Meliputi bentuk tubuh,struktur yang biasanya berkembang, dan sebagainya.

b. Biometri.

Pendekatan secara kuantitatif, yaitu berdasarkan ukuran tubuh dari suatu organisme.

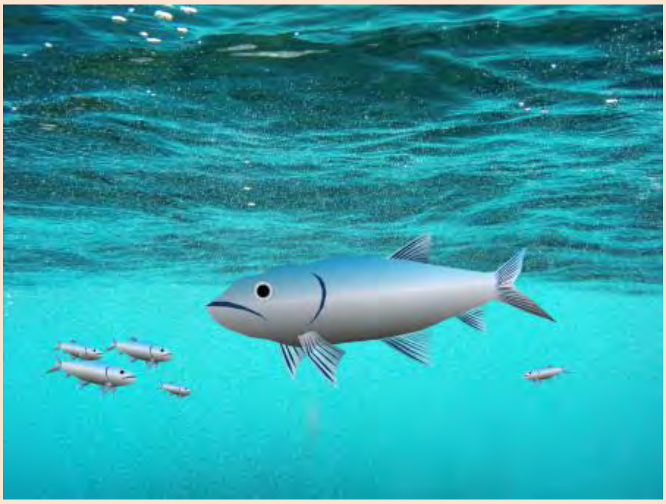


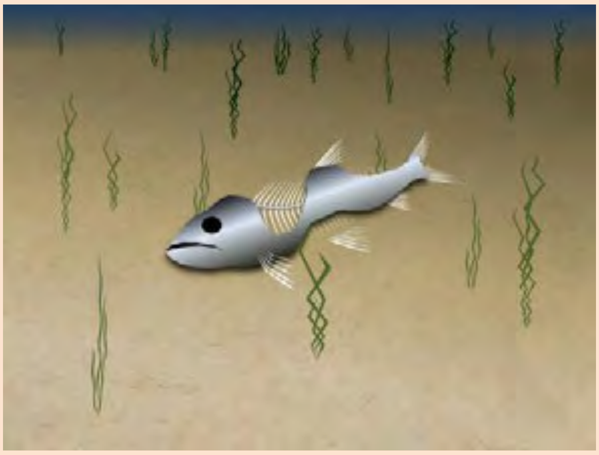
Apa Itu Fosil ?

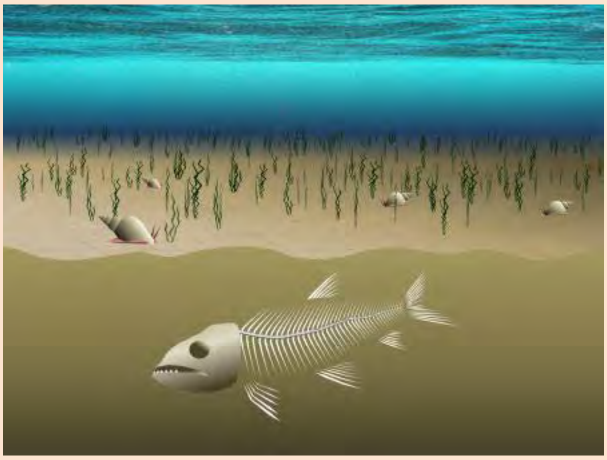
Fosil (bahasa Latin: *fossa* yang berarti “menggali keluar dari dalam tanah”). Untuk menjadi fosil, sisa-sisa hewan atau tanaman ini harus segera tertutup sedimen. Oleh para pakar dibedakan beberapa macam fosil. Ada fosil batu biasa, fosil yang terbentuk dalam batu amber, fosil ter, seperti yang terbentuk di sumur ter La Brea di California. Hewan atau tumbuhan yang dikira sudah punah tetapi ternyata masih ada disebut fosil hidup dan ilmu yang mempelajari fosil adalah paleontologi.

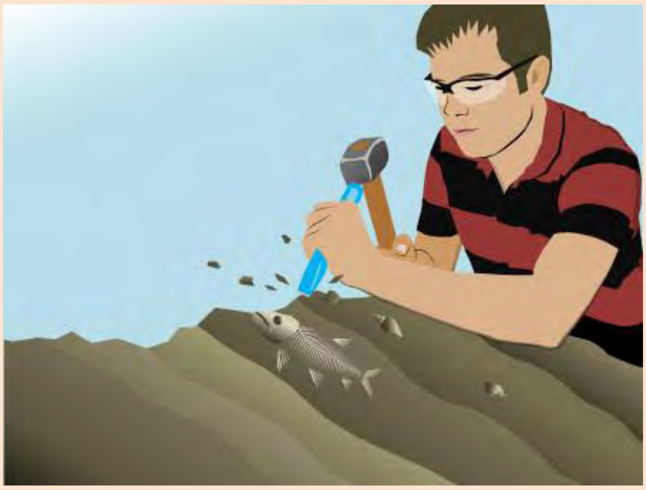
Untuk mudah mempelajari terbentuknya fosil, maka amati gambar dibawah ini !

Bagaimana fosil terbentuk?

	Seekor ikan kembali ke tempat asalnya untuk bertelur

	Setelah bertelur kemudian ikan mati dan tak lama tenggelam ke dasar laut
	Setelah beberapa minggu jaringan tubuh lunak sebagian membusuk
	Aktivitas tektonik mengakibatkan sedimen bergerak dan mengubur ikan

	Beberapa bulan berlalu dan semua yang tersisa dari ikan yang terkubur adalah tulangnya.
	Akumulasi sedimen menumpuk di atas kerangka ikan secara bertahap dan mengalami kompresi dan permineralisasi
	Dengan berjalannya waktu batuan terkena gaya geologi yang berhubungan dengan pergerakan benua, sehingga terangkat ke permukaan laut.
	Batuan yang tersingkap terkena pelapukan dan secara

	bertahap mengalami erosi dan terkikis, akhirnya ujung tengkorak ikan terlihat ke permukaan
	Ahli paleontologi secara hati-hati mengambil fosil ikan
 **Sumber: http://www.discoveringfossils.co.uk/whatisafossil.html**	Seekor ikan *Pomognathus* dari Houghton Quarry - tengkorak terlihat jelas, dan bagian dari kerangka terkubur dalam material gamping

Diskusi :

1. Lakukan pengamatan terhadap gambar diatas kemudian tuliskan hasil pengamatanmu!
2. Kesimpulan apa yang didapat dari hasil pengamatan tersebut!

Perlu diketahui :

Syarat – syarat suatu organisme dapat menjadi fosil adalah sebagai berikut :

1. Setelah mati terhindar dari hewan yang masih hidup dan tidak menjadi mangsanya
2. Mempunyai bagian tubuh/rangka yang keras

   a. Kalsit…………Coelenterata

   b. Aragonit………Moluska

   c. Silika………… Radiolaria

   d. Zat tanduk…… Foraminifera
3. Rongga-rongga tumbuhan yang dimasuki zat-zat kersik atau rumah binatang moluska yang mengalami penggantian
4. Diawetkan atau tertimbun oleh lapisan es. Contoh: fosil *mammoth*
5. Kejatuhan atau terlingkupi getah seperti serangga (semut) yang mati pada damar



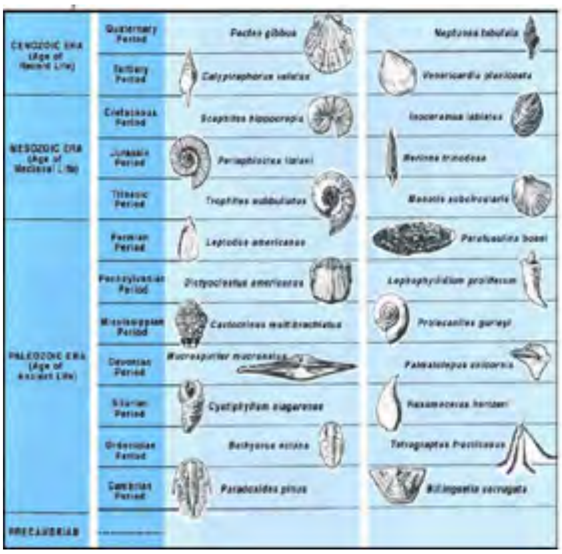
Apa yang dimaksud dengan fosil ?

Apa saja jenisnya, bagaimana terbentuknya ?

Dalam ilmu geologi, tujuan mempelajari fosil adalah untuk mempelajari perkembangan kehidupan yang pernah ada dimuka bumi sepanjang sejarah bumi;

a. Mengetahui kondisi geografi dan iklim pada zaman saatfosil tersebut hidup;
b. Menentukan umur relatif batuan yang terdapat di alam didasarkan ataskandungan fosilnya;
c. Untuk menentukan lingkungan pengendapan batuan didasarkan atas sifatdan ekologi kehidupan fosil yang dikandung dalam batuan tersebut ;
d. Untuk korelasi antar batuanbatuan yang terdapat di alam (biostratigrafi) yaitu dengan dasar kandungan fosil yangsejenis/seumur.

   Fosil Indek adalah organisme yang hadir selama periode waktu tertentu dimana kemunculan dankepunahannya pada periode waktu yang terbatas. Fosil Indek dipakai sebagai pedoman dalampenentuan umur batuan dimana fosil tersebut terawetkan. Pada gambar I.3 diperlihatkan daftar fosil indek yang digunakan sebagai kunci pada skala waktu geologi.



Gambar 1.3. Contoh Fosil Indek yang dipakai sebagai kunci pada skala waktu geologi , bentuk bentuk kehidupan yang hadir selama periode waktu geologi yang terbatas yang dipakai sebagai pedoman dalam penentuan umur batuan dimana fosiltersebut terawetkan.

1.4. Tipe dan Jenis Fosil

Menurut ahli paleontologi ada beberapa jenis fosil tetapi secara umum ada dua macam jenis fosil yang perlu diketahui, yaitu: fosil yang merupakan bagian dari organisme itu sendiri dan fosil yang merupakan sisa-sisa aktifitasnya.

1. Tipe fosil yang berasal dari organismenya sendiri

Tipe pertama ini adalah binatangnya itu sendiri yang terawetkan/tersimpan, dapat berupa tulangnya, daunnya, cangkangnya, dan hampir semua yang tersimpan ini adalah bagian dari tubuhnya yang "keras". Dapat juga berupa binatangnya yang secara lengkap (utuh) tersimpan. misalnya fosil *Mammoth* yang terawetkan karena es, ataupun serangga yang terjebak dalam amber (getah tumbuhan).

2. Tipe fosil yang merupakan sisa-sisa aktifitasnya

Fosil jenis ini sering juga disebut sebagai trace fosil (fosil jejak), karena yang terlihat hanyalah sisa-sisa aktifitasnya. Jadi ada kemungkinan fosil itu bukan bagian dari tubuh binatang atau tumbuhan itu sendiri. Gambar 1.4 diperlihatkan bagaimana fosil jejak terbentuk sebagai hasil dari aktivitasnya. Adapun jenis fosil jejak antara lain “coprolite” (fosil bekas kotoran binatang) dan “trail and tracks” (fosil bekas jejak langkah binatang). Penyimpanan atau pengawetan fosil cangkang dapat berbentuk cetakan, berupa cetakan bagian dalam (internal mould) dicirikan bentuk permukaan yang halus, atau external mould dengan ciri permukaan yang kasar. Keduanya bukan binatangnya yang tersimpan,tetapi hanyalah cetakan dari binatang atau organisme itu.



Fosil hasil cetakan bagian dalam



Fosil hasil cetakan bagian luar



Fosil hasil cetakan bagian dalam dan luar



Fosil hasil cetakan bagian dalam



Fosil dari hasil organismenya sendiri



Fosil hasil dari organismenya sendiri



Fosil Tulang Dinosaurus



Fosil *Giganotosaurus Carolinii*

Gambar 1.4 . Tipe dan jenis fosil

1.5. Hukum Suksesi Fauna (Fosil)

Apabila kita telusuri fosil-fosil yang terkandung dalam lapisan batuan, mulai dari lapisan yang termuda hingga ke lapisan yang tertua, maka kita akan sampai pada suatu lapisan dimana salah satu spesies fosil tidak ditemukan lagi. Hal ini menandakan bahwa spesies fosil tersebut belum muncul (lahir) atau spesies fosil tersebut merupakan hasil evolusi dari spesies yang lebih tua atau yang ada pada saat itu. Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa kemunculan suatu spesies merupakan hasil evolusi dari spesies sebelumnya dan hal ini dapat kita ketahui melalui pengamatan fosil-fosil yang terekam di dalam lapisan-lapisan batuan sepanjang sejarah bumi. Apabila penelusuran kita lanjutkan hingga ke lapisan batuan yang paling tua, maka kita akan sampai pada suatu keadaan dimana tidak satupun fosil ditemukan, apakah itu fosil yang berasal dari reptil, burung, mamalia, vertebrata berkaki empat, tumbuhan darat, ikan, cangkang, dan atau binatang

lainnya. Berdasarkan hal tersebut,maka ketiga prinsip utama diatas dapat kita sintesakan menjadi satu prinsip yang berlaku secara umum yang disebut sebagai Hukum Suksesi Fosil (*Law Faunal Succession*).

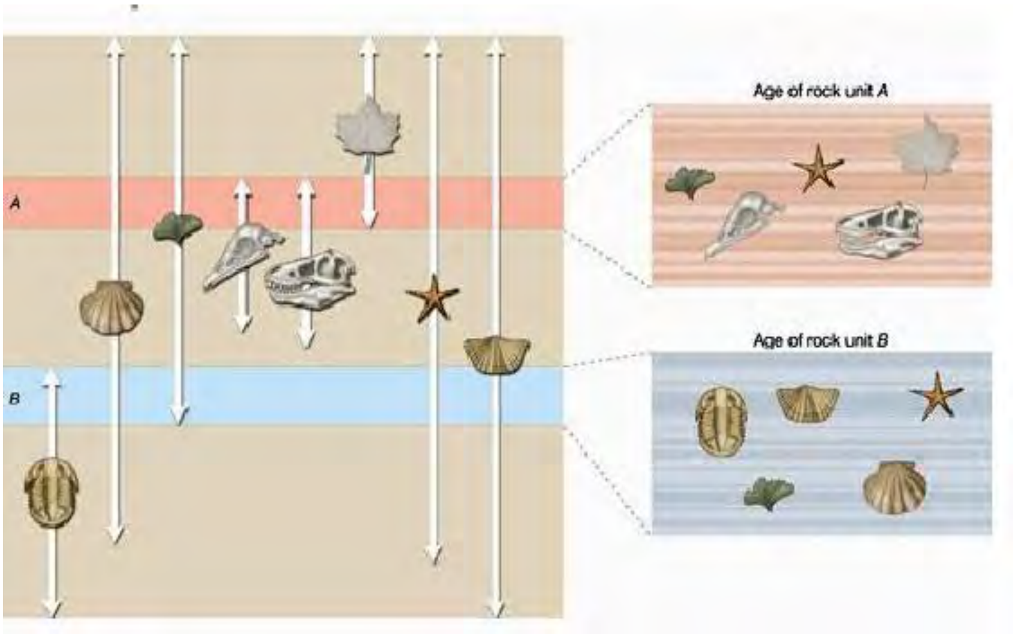
Prinsip suksesi fauna yang juga dikenal dengan hukum suksesi fauna didasarkan atas hasil pengamatan pada perlapisan batuan sedimen yang mengandung fosil dan fosil-fosil tersebut masing-masing satu dan lainnya secara vertikal menunjukan urutan yang khas/spesifik yang dapat ditelusuri secara luas. Hal ini memungkinkan perlapisan dapat diidentifikasi dan ditentukan umurnya oleh fosil yang ada dalam batuan. Dengan menerapkan hukum superposisi, fosil yang terdapat dalam batuan dapat untuk menentukan urutan waktu saat batuan tersebut diendapkan. Dengan teori evolusi maka urut-urutan fosil yang terawetkan dalam batuan dapat dipahami.

Pada abad ke 18 dan 19, seorang ahli geologi berkebangsaan Inggris William Smith dan ahli paleontologi Georges Cuvier dan Alexandre Brongniart dari Perancis, menemukan batuan-batuan yang berumur sama serta mengandung fosil yang sama pula, walaupun batuan-batuan tersebut letaknya terpisah cukup jauh. Mereka kemudian menerbitkan peta geologi berskala regional dari daerah yang batuannya mengandung fosil yang sama. Melalui pengamatan yang teliti pada batuan serta fosil yang dikandungnya, mereka juga mampu mengenali batuan-batuan yang umurnya sama pada lokasi yang berlawanan di selat Inggris.

William Smith juga mampu menerapkan pengetahuannya tentang fosil dalam setiap pekerjaan secara praktis di lapangan. Sebagai seorang teknisi, William Smith adalah orang yang berhasil membangun sebuah kanal di Inggris yang kondisi medannya tertutup oleh vegetasi yang cukup lebat serta singkapan batuan yang sangat sedikit. Untuk itu ia harus mengetahui batuan batuan apa saja yang ada di dalam dan diatas bukit, karena melalui bukit inilah kanal akan dibangun. William Smith dapat mengetahui berbagai jenis batuan yang akan dijumpai dibawah permukaan dengan cara mengkaji fosil-fosil yang diperoleh dari batuan-batuan yang tersingkap di lereng lereng bukit dengan cara menggali lubang kecil untuk mengambil fosil. Seperti halnya dengan William Smith dan lainnya, pengetahuan suksesi dari bentuk kehidupan yang terawetkan sebagai fosil sangat berguna untuk memahami bagaimana dan kapan suatu batuan terbentuk.Wilian Smith mengamati bahwa fosil hewan invertebrata yang diketemukan pada perlapisan batuan muncul dalam urutan yang dapat diperkirakan. Dari hasil penelitian ini, hukum suksesi fauna dikembangkan dan

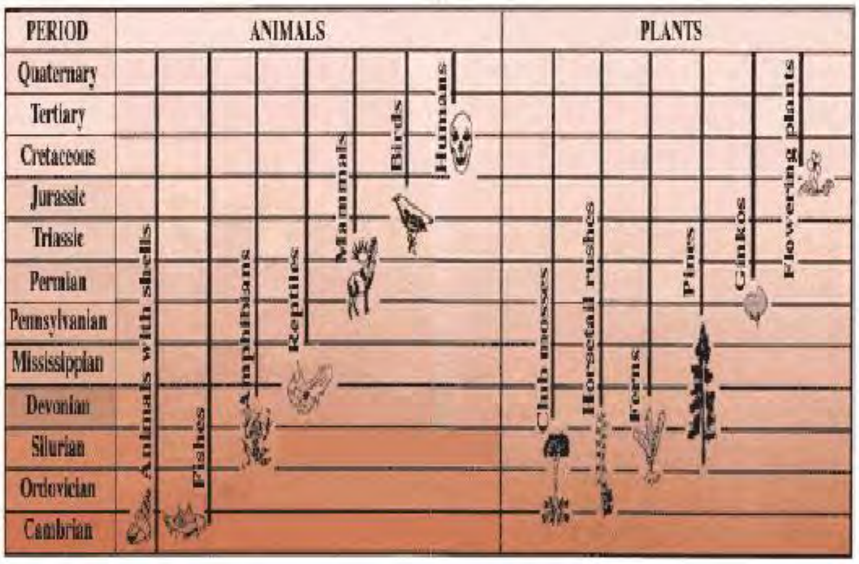
menyatakan bahwa fosil terjadi dalam urutan yang pasti, tidak berubah dalamrekaman geologi.

Pada gambar 1.5 terlihat kumpulan fosil yang hadir dalam lapisan batuan padainterval waktu tertentu dan dalam jangka jangka waktu yang diskrit. Dengan menggunakan hokum superposisi maka dapat disimpulkan bahwa batuan B lebih tua dibandingkan batuan A



Gambar 1.5 Gambar kiri memperlihatkan sebaran berbagai jenis fosil dengan interval waktu yang bersifat diskrit dan gambar kanan adalah kumpulan fosil yang terdapat dalam lapisan A dan lapisan B. Berdasarkan hukum superposisi maka lapisan B akan lebih tua dibandingkan dengan lapisan A.

Pada gambar 1.6 diperlihatkan kemunculan dari beberapa spesies dari kelompok binatang dan tumbuh-tumbuhan dalam rentang umur bumi, yaitu sejak zaman Kambrium hingga zaman Kuarter. Berbagai jenis binatang dan tumbuhan yang ditemukan sebagai fosil telah mengalami perubahanselama kurun waktu dari sejarah bumi. Ketika kita menemukan fosil yang sama dalam batuan yang lokasinya berbeda, maka kita tahu bahwa batuan tersebut berumur sama. Bagaimana para ilmuwanmenjelaskan perubahan yang terjadi di bumi melalui jejak-jejak fosil yang dijumpai dalam batuan? Pada awalnya penjelasan terhadap perubahan dan pergantian berbagai jenis spesies yang hidupdimuka bumi dasarkan atas pemikiran tentang suksesi bencana-alam atau katatrofisme yang secara periodik merusak dan memusnahkan lingkungan hidup suatu organisme. Setelah peristiwakatatrofisme maka akan muncul kehidupan yang baru lagi.



Gambar 1.6. Kemunculan dari beberapa kelompok binatang dan tumbuh-tumbuhan dalam kurun waktu geologi, mulai dari zaman Kambrium hingga ke zaman Kuarter



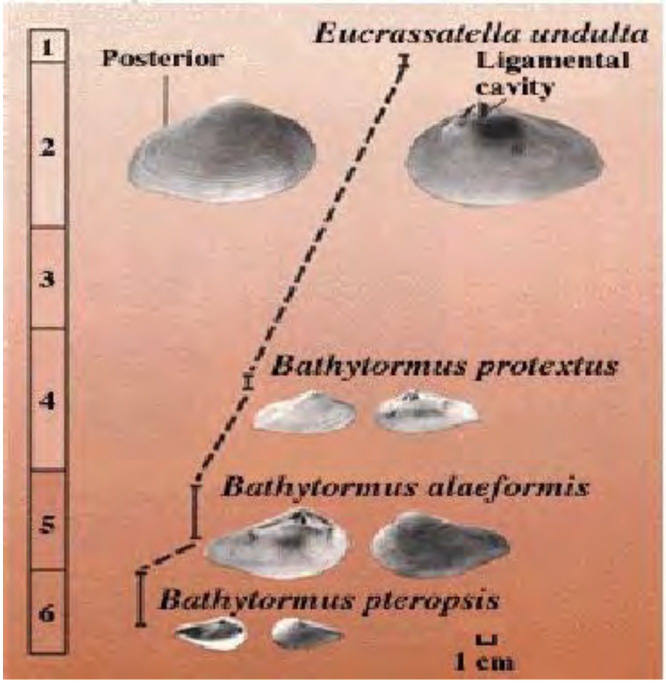
Gambar 1.7. Fosil *Archaeopteryx lithographica*, berumur Jura, memiliki rangka reptil yang didalamnya memiliki jari-jari dengan cakarpada sayapnya, susunan tulang belakang yang menerus hingga ke bagian ekor, serta memiliki gigi, akan tetapi tubuh binatang ini ditutupi oleh bulu.

Sebagai ilustrasi, para ahli mempelajari fosil ancestor (fosil nenek-moyang) dan fosil descendant (fosil keturunannya) disepanjang umur geologi. Sebagai contoh pada gambar 9-6 diperlihatkan fosil jenis *Archaeopteryx lithographica* yang dijumpai pada batuan berumur Jura. Fosil ini tersusun dari rangka reptil yang didalamnya juga memiliki jari-jari dengan cakar yang berada pada sayapnya,susunan tulang belakangnya menerus hingga ke bagian ekor, serta memiliki gigi, dan seluruh tubuhnya ditutupi oleh bulu. Kebanyakan dari fosil reptil yang dijumpai pada batuan berumur Jura atau bahkan yang lebih tua dari Jura, ternyata hanya fosil *Archaeopteryx lithographica* merupakan fosil yang diketahui memiliki bulu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa fosil *Archaeopteryx lithographica* memiliki hubungan antara reptil dan burung atau burung yang berasal dari keturunan reptil.

Pada pertengahan abad ke 19, Charles Darwin dan Alfred Wallace mengajukan suatu teori tentang spesies yang berasal dari kehidupan yang lebih tua akan memberi keturunan yang lebih kuat kepada spesies yang lebih muda. Menurut Darwin, perubahan ini disebut sebagai evolusi spesies, yang dipengaruhi oleh 4 proses, yaitu: (1). Variasi; (2). reproduksi; (3). Persaingan; dan (4). daya-tahan dari spesies-spesies yang mampu beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi pada lingkunganhidupnya. Teori evolusi Darwin ini berlaku untuk semua makluk hidup, baik untuk yang masih hidup maupun yang sudah menjadi fosil. Penjelasan teori Darwin telah memberi sumbangan pemikiran bagi ilmu pengetahuan, khususnya yang berkaitan dengan suksesi yang terjadi pada suatu spesies yang teramati dari fosilnya yang terekam dan terawetkan dalam batuan. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, maka teori-teori yang dikemukakan oleh para ahli sebelumnya kemudian berkembang dan terkoreksi, hal ini mengingat bahwa teori dibuat atas dasar fakta dan pengamatan. Dengan adanya pengetahuan dan informasi baru, maka suatu teori dapat berkembang dan berubah, demikian halnya dengan teori evolusi yang dikemukakan oleh Charles Darwin.Informasi- informasi baru yang mendukung konsep dasar dari teori Darwin adalah bahwa dengan berjalannya waktu maka seluruh kehidupan akan mengalami berubahan dan spesies yang lebih tua merupakan nenek moyang (ancestor) dari spesies yang lebih muda (descendant). Spesies adalah salah satu yang paling mendasar dari klasifikasi kehidupan. Pada gambar 1.8 diilustrasikan perkembangan (evolusi) dari satu spesies fosil yang memperlihatkan hubungan antara spesies asalnya dengan spesies turunannya (ancestor-descendant). Pada gambar dapat kita lihat bentuk perubahan dari satu spesies sepanjang umur geologi, yaitu mulai dari umur yang tertua, yaitu Kapur Akhir (nomor:6), Paleosen, Eosen, Oligosen, Miosen, dan yang termuda umur Pliosen (nomor:1).

Sebagai catatan dapat dilihat bagaimana bentuk bagian belakang (posterior) kerang menjadi lebih membulat pada spesies yang lebih muda, dan bagian dari kedua cangkang (shell) yang memiliki jaringan pengikat (ligament) yang lebih lebar. Para ahli paleontologi memberi perhatian terhadap bentuk cangkang (shell) serta anatomi detil dari bagian yang terawetkan sebagai penciri dari cangkangnya. Pada gambar, nomor pada kolom disebelah kiri menunjukkan umur geologi,yaitu 1 = Pliosen, 2 = Miosen, 3 = Oligosen, 4 = Eosen, 5 = Paleosen, dan 6 = Kapur Akhir.Hukum suksesi fauna (fosil) sangat penting bagi para ahli geologi yang ingin mengetahui umur batuan saat melakukan penelitian. Kehadiran fosil pada suatu singkapan batuan atau batuan yang berasal dari inti bor dapat dipakai untuk menentukan umur batuan secara akurat. Kajian yang rinci dari berbagai macam jenis batuan yang diambil di berbagai lokasi akan menghasilkan beberapa jenis fosil yang mempunyai kisaran hidup yang relatif pendek dan fosil jenis ini disebut sebagai fosil indek. Saat ini, binatang dan tumbuhan yang hidup di lingkungan laut memiliki perbedaan yangsangat mencolok dengan yang hidup di lingkungan darat, demikian juga dengan binatang atau tumbuhan yang hidup di salah satu bagian yang ada di lingkungan laut atau di lingkungan darat akan berbeda pula dengan binatang atau tumbuhan yang hidup di lokasi lainnya pada lingkungan laut ataupun darat. Hal ini menjadi suatu tantangan bagi para ahli untuk mengenalinya dalam batuanyang umurnya sama ketika salah satu batuan diendapkan di lingkungan darat dan batuan lainnya diendapkan pada lingkungan laut dalam. Para ahli harus mempelajari fosil fosil yang hidup diberbagai lingkungan sehingga diperoleh suatu gambaran yang lengkap dari binatang ataupun tumbuhan yang hidup pada periode waktu tertentu di masa lampau.

Batuan yang mengandung fosil dipelajari baik di lapangan maupun di laboratorium. Pekerjaan lapangan dapat dilakukan dimana saja di dunia ini. Di laboratorium, sampel batuan yang akan dianalisa harus terlebih dahulu disiapkan melalui suatu prosedur baku. Persiapan sampel batuan yang akan di analisa bisa memakan waktu 1 hari, 1 minggu atau 1 bulan. Sekali fosil diambil dari batuan,maka fosil tersebut dapat dipelajari atau ditafsirkan. Sebagai tambahan, bahwa batuan sendiri sebenarnya menyediakan banyak informasi yang berguna tentang lingkungan dimana fosil tersebut terbentuk. Fosil dapat dipakai untuk mengenal batuan yang berbeda umurnya.



Gambar 1.8. Perkembangan fosil yang memerlihatkan hubungan fosil asal dengan fosil turunannya (ancestor-descendant) pada tingkat spesies. Fosil-fosil tersebut diambil dari laut Atlantik yang memperlihatkan bagaimana cara satu spesies berubah sepanjang.

1.6. PROSES PROSES PEMFOSILAN

Proses pemfosilan dapat terjadi dengan cara yang bermacam-macam, serta dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitarnya. Hewan-hewan dan tumbuhan jika mati jasadnya mungkin dapat terawetkan dalam keadaan yang tidak berubah. Dalam hal ini bahan yang menyusun cangkangnya setelah menjadi fosil masih sama dengan bahan yang dimiliki oleh hewan atau tumbuhan semula sewaktu hidupnya. Ada pula hewan atau tumbuhan yang cangkangnya terawetkan dalam keadaan berubah, misalnya karena perubahan atau pengurangan zat-zat mineral atau karena penggantian seluruhnya oleh berbagai bahan lain.

Proses-proses pemfosilan dapat terjadi melalui berbagai cara :

1. Fosil-fosil yang tidak termineralisasi (rongga-rongga dalam cangkangnya tidak terisi oleh berbagai mineral)

a. Fosil-fosil yang tidak berubah sering dijumpai pada batuan-batuan berumur Mesozoikum dan Kenozoikum, seperti gigi ikan hiu, berbagai tulang dan cangkang molluska.
b. Kadang-kadang dapat kejatuhan getah tumbuhan dan mati karena terbungkus olehnya yang kemudian dapat menjadi fosil.



Gambar 1.9. Fosil Insect in amber . Sumber : Fossils Brooklyn Childrens Museum

c. Tumbuhan atau bahan organik lainnya setelah mati dengan cepat tertutup oleh lapisan tanah. Karena panas di dalam bumi maka gas dalam tumbuhan atau bahan organic tersebut menguap dan yang tertinggal hanyalah zat organiknya dalam bentuk suatu gambaran atau tepak dari fosil bersangkutan yang dapat terlihat dengan jelas di dalam batuan.
d. Pemfosilan berupa mumi. Proses ini jarang terjadi dan hanya terdapat di daerah ataupun di gua yang hawanya sangat kering sekali. Karena udara yang sangat kering itu maka hewan yang mati akan lekas menjadi kering dan dengan begitu bakteri pembusuk tidak ada kesempatan untuk membusukkan hewan yang mati. Dengan cara itu hewan yang mati tersebut akan menjadi fosil berupa mumi.
e. Pemfosilan dalam aspal. Di beberapa daerah di dunia terdapat berbagai tempat dimana aspal keluar dari dalam tanah. Hal ini disebabkan karena suatu lapisan tanah yang mengandung minyak bumi serta aspal terbuka oleh kikisan dan akibatnya minyak bumi tersebut mengalir keluar dari permukaan tanah sehingga lama kelamaan menutupi suatu daerah yang luas. Sering terjadi bahwa minyak bumi itu mengalir hilang dan tinggallah aspalnya yang merupakan danau aspal. Di dalam danau tersebut sering terperangkap hewan yang kemudian tidak dapat keluar lagi dan mati di tempat itu.
f. Pemfosilan dengan cara pembekuan. Dalam hal ini hewan yang mati tertutup serta terlindung oleh lapisan es yang membekukannya dengan segera. Oleh

karena itu dinginnya es tersebut maka tidak ada bakteri pembusuk yang dapat hidup dalam bangkai itu untuk membusukkannya dan udaranya tertahan oleh lapisan es itu. Sebagai contoh paling terkenal dari proses fosilisasi ini adalah penemuan fosil Mammot.



Gambar 1.10. Fosil Mammoth. Sumber : www.newsytype.com

2. Fosil-fosil yang termineralisasi

   Proses fosilisasi meliputi beberapa cara, sebagai berikut :

   a. Histometabasis : Merupakan suatu istilah yang khusus dipakai untuk tumbuhan terutama fosil kayu yang mengalami penggantian total. Molekul demi molekul dari jaringan tumbuhan itu diganti oleh berbagai mineral lain yang meresap ke dalam jasad tumbuhan tersebut setelah terpendam dalam tanah. Struktur mikro dari tumbuhan tersebut masih terpelihara dan tampak jelas. Mineral yang menggantikannya pada umumnya adalah rijang, opal ataupun kalsedon.
   b. Penggantian (replacement) : proses ini mencakup suatu penggantian total dari bahan-bahan yang menyusun cangkang organism dengan mineral-mineral lain.
   c. Permineralisasi : adalah suatu proses pengisian dari tiap-tiap lubang (pori) oleh mineral-mineral lain yang terdapat dalam tulang atau pun dalam cangkang kerang. Hanya lubangnya saja yang terisikan sedangkan bahan semula yang menyusun tulang ataupun cangkang tersebut tetap tidak berubah.

d. Koprolit : adalah kotoran hewan yang berubah menjadi fosil.



Gambar 1.11. Fosil Koprolit. Sumber : www.shillington-history.org.uk

e. Gastrolit : kadang-kadang ditemukan batu membulat yang halus dipermukaannya didalam badan hewan yang telah menjadi fosil.



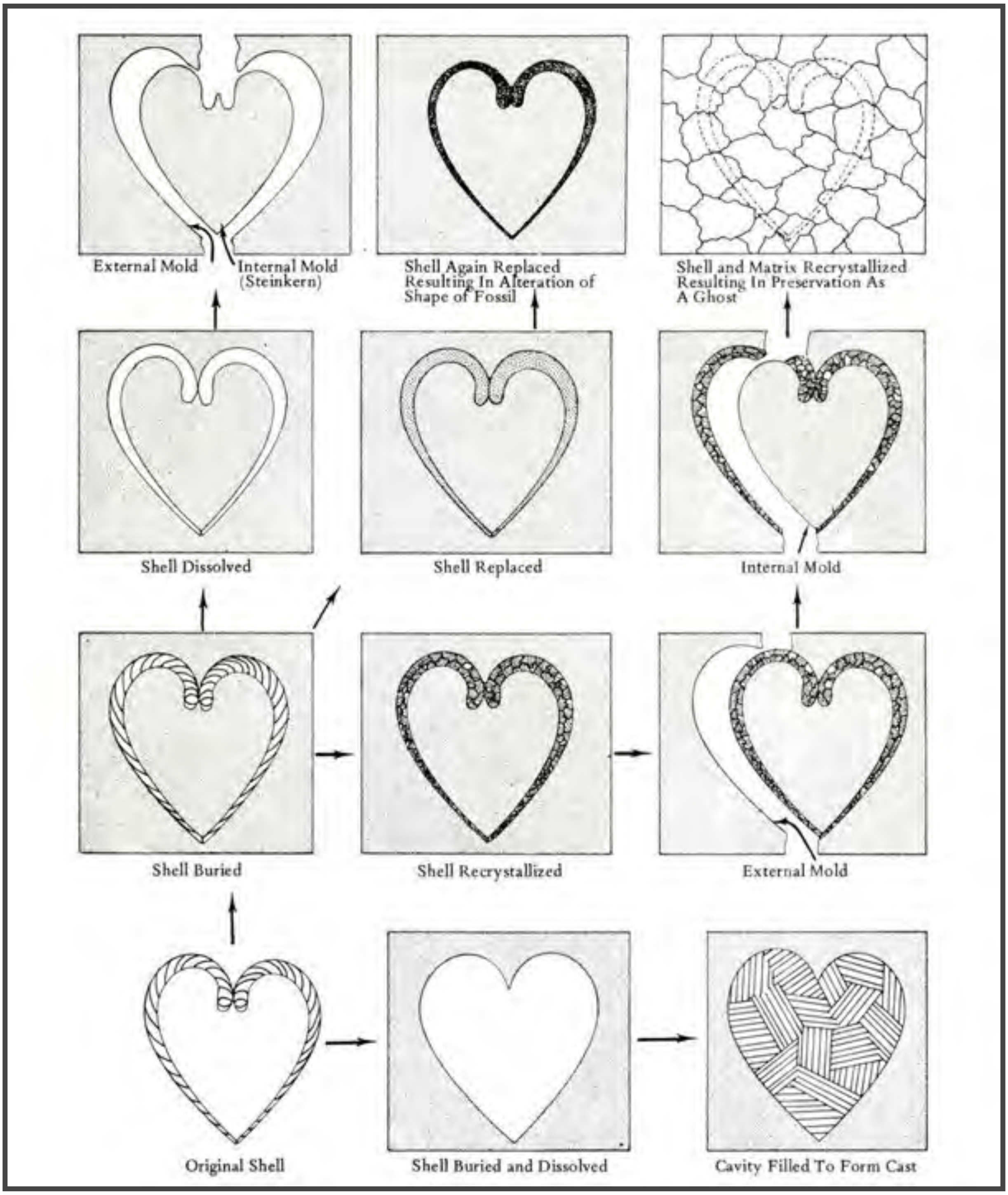
Gambar 1. 12. Fosil Gastrolit. Sumber : Fossils Brooklyn Childrens Museum

3. Bentuk-bentuk pemfosilan yang lain
   a. Impresi : suatu fosil yang terdapat dalam batuan sedangkan fosilnya sendiri telah lenyap.

      Impresi dapat dibagi menjadi :
      - Tapak (Eksternal mold) : Impresi yang gambaran bagian luar fosil yang ditinggalkan olehnya dalam batuan.

- Tuangan (Internal mold) : Impresi yang terjadi karena fosil itu sendiri oleh satu dan lain hal telah lenyap dan rongga kosong di dalam lapisan tanah yang ditinggalkan oleh fosil itu sendiri diganti oleh zat lain.
- Cetakan (Cast) : Cast dapat terjadi jika rongga antara tapak dan tuangan terisi oleh suatu zat lain dari luar, sedangkan fosil sendiri oleh satu dan lain hal telah lenyap

b. Liang dalam tanah yang dibuat untuk tempat kediaman hewan, misalnya cacing, tikus, kerang, dan lain-lain bila terisi oleh batuan juga dapat menjadi fosil.



Gambar 1.13. Diagram yang memperlihatkan macam-macam tipe pemfosilan

LATIHAN SOAL

1. Jelaskan pengertian dari paleontologi?
2. Jelaskan dengan singkat tentang sejarah paleontologi!
3. Jelaskan hubungan paleontologi dengan biostratigrafi!
4. Apa yang dimaksud dengan fosil?
5. Jelaskan tentang hukum suksesi fauna!
6. Sebutkan dan jelaskan tipe fosil !
7. Proses-proses pemfosilan apa saja yang termasuk dalam proses pemfosilan yang termineralisasi, sebutkan dan jelaskan!
8. Jelaskan dengan gambar apa yang dimaksud dengan :
    a. Internal mold
    b. Eksternal mold
    c. Cast
9. Jelaskan pemfosilan berupa mumi!
10. Jelaskan apa yang dimaksud dengan distilasi!

Untuk lebih mengenal tentang Paleontologi kerjakanlah Paleo Puzzle dibawah ini !

Paleo Puzzle

CIRCLE THE FOLLOWING TERMS:

Ammonite
Baculite
Cast
Cenozoic
Dinosaur
Eurypterid
Era
Gastrolith
Geological Time
Mold
Paleontology
Sedimentary
Trace

T	A	D	E	S	U	T	Y	R	A	T	N	E	M	I	D	E	S
R	M	M	B	U	N	H	I	E	G	R	O	O	U	V	Z	O	C
K	M	J	G	H	R	V	B	I	K	J	L	A	N	I	E	O	J
K	O	E	J	K	B	Y	C	B	Q	D	N	X	B	M	P	M	C
T	N	T	I	Z	Y	J	P	E	M	J	J	T	Y	L	H	U	U
C	I	S	T	B	Q	O	H	T	B	O	Y	S	Q	Z	J	N	Z
V	T	G	Y	A	G	E	L	F	E	L	M	T	E	C	L	P	C
X	E	P	I	J	A	M	Q	B	Z	R	N	M	Y	U	E	M	C
H	T	W	K	A	S	L	I	J	H	P	I	I	A	T	R	U	S
V	E	W	S	C	T	C	N	I	L	M	S	D	I	B	L	U	V
Z	R	W	I	H	R	E	E	M	O	A	I	S	L	C	N	R	R
H	A	X	R	X	O	Z	W	N	G	N	N	B	C	R	P	O	W
S	X	R	C	O	L	R	Y	A	O	E	P	C	R	N	J	A	F
A	U	W	X	L	I	N	T	S	Q	Z	F	U	P	T	O	S	P
F	P	E	M	I	T	L	A	C	I	G	O	L	O	E	G	O	T
U	T	A	L	T	H	U	A	I	P	C	Y	I	M	F	Q	H	E
W	T	F	U	H	R	T	R	P	T	T	S	A	C	I	B	T	R
I	T	K	T	T	D	C	S	I	R	T	Q	B	Y	T	I	H	N
A	L	B	A	C	U	L	I	T	E	R	I	B	W	P	A	Y	A
M	I	C	T	R	A	Z	P	Y	R	K	L	O	A	R	R	H	N
D	F	O	V	D	C	R	U	L	U	A	H	A	D	L	N	C	O
E	U	B	E	O	H	O	M	Y	D	J	C	L	C	K	E	I	D
Q	A	L	T	R	Y	S	A	A	A	Y	R	E	H	Z	W	I	D
R	R	I	O	R	S	X	P	T	D	N	O	Z	A	L	C	K	G
Y	U	W	C	S	W	Y	G	O	L	O	T	N	O	E	L	A	P

Sumber : Fossils Brooklyn Childrens Museum

PRAKTEK

Laboratorium :

Siswa mengambil beberapa sampel fosil kemudian melakukan pengamatan dan menentukan jenis atau proses pemfosilannya. Pengamatan memakai format yang telah disediakan.

Contoh Format Pengamatan :

IDENTIFIKASI PROSES PROSES PEMFOSILAN

Keterangan Gambar :

Identifikasi :

- No :
- Nama Fosil :
- Proses Pemfosilan :
- Umur :
- Lokasi :
- Keterangan :

Nama :
NIS :

BAB II
WAKTU GEOLOGI

SKALA WAKTU GEOLOGI

Dalam skala waktu geologi terdapat pembagian kurun yaitu fanerozoikum, arkeozoikum dan proterozoikum. Arkeozoikum artinya masa kehidupan purba. Arkeozoikum (Arkean) merupakan masa awal pembentukan batuan kerak bumi yang kemudian berkembang menjadi protokontinen. Batuan masa ini ditemukan di beberapa bagian dunia yang lazim disebut kraton/perisai benua. Batuan tertua tercatat berumur kira-kira 3.800.000.000 tahun. Masa ini juga merupakan awal terbentuknya hidrosfer dan atmosfer serta awal muncul kehidupan primitif di dalam samudera berupa mikro-organisme (bakteri dan ganggang). Fosil tertua yang telah ditemukan adalah fosil Stromatolit dan Cyanobacteria dengan umur kira-kira 3.500.000.000 tahun. (2,5 milyar – 290 juta tahun lalu).

Proterozoikum artinya masa kehidupan awal. Proterozoikum merupakan awal terbentuknya hidrosfer dan atmosfer. Pada masa ini kehidupan mulai berkembang dari organisme bersel tunggal menjadi bersel banyak (enkaryotes dan prokaryotes). Menjelang akhir masa ini organisme lebih kompleks, jenis invertebrata bertubuh lunak seperti ubur-ubur, cacing dan koral mulai muncul di laut-laut dangkal, yang bukti-buktinya dijumpai sebagai fosil sejati pertama.

Arkeozoikum dan Proterozoikum bersama-sama dikenal sebagai masa pra-kambrium. Fanerozoikum artinya sudah dijumpai adanya kehidupan yang nyata.

Didasarkan pada kehidupan yang sudah nyata. Kurun dibagi menjadi masa yaitu :

a) Paleozoikum (tua, kuno)

   Sudah terdapat jenis tumbuh-tumbuhan dan binatang.

b) Mesozoikum (masa tengah)

   Mempunyai tumbuh-tumbuhan dan binatang yang erat hubungan kekeluargaannya yang ada sekarang, dalam jumlah besar jenisnya sudah punah

c) Kenozoikum

   Sisa-sisa kehidupan yang menunjukkan suatu permulaan pembentukan tumbuh-tumbuhan dan binatang yang sekarang.

Pembagian masa berdasarkan kumpulan kehidupan yang terkhususkan dan dasar pemberian nama didasarkan atas nama wilayah tipe dimana batuan yang mengandung fosil ditemukan. Contoh : devon, perm, jura.

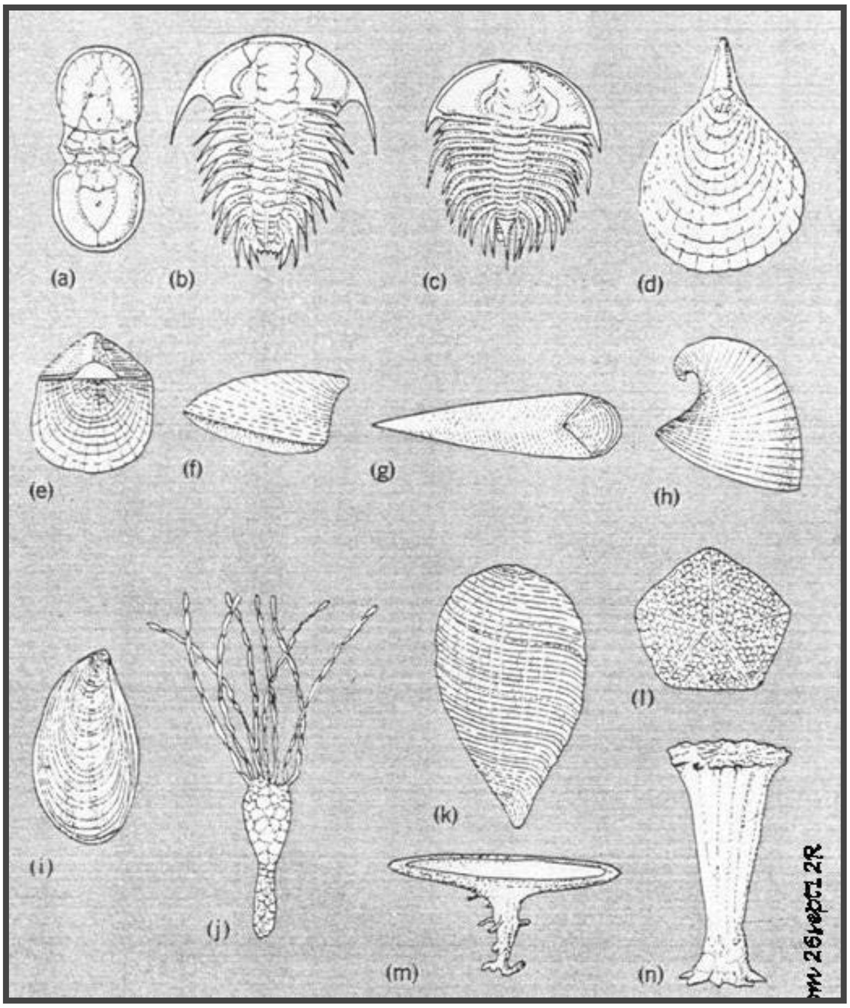
2.1. Paleozoikum

a. Kambrium

Kambrium berasal dari kata "Cambria" nama latin untuk daerah Wales, dimana batuan berumur kambrium pertama kali dipelajari. Banyak hewan invertebrata mulai muncul pada zaman Kambrium. Hampir seluruh kehidupan berada di lautan. Hewan zaman ini mempunyai kerangka luar dan cangkang sebagai pelindung. Fosil yang umum dijumpai dan penyebarannya luas adalah, Alga, Cacing, Sepon, Koral, Moluska, Ekinodermata, Brakiopoda dan Artropoda (Trilobit). Sebuah daratan yang disebut Gondwana (sebelumnya pannotia) merupakan cikal bakal Antartika, Afrika, India, Australia, sebagian Asia dan Amerika Selatan. Sedangkan Eropa, Amerika Utara, dan Tanah Hijau masih berupa benua-benua kecil yang terpisah. Pada endapan kambrium dijumpai banyak fosil sehingga memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai kehidupan kambrium. Kehidupannya masih terbatas pada kehidupan lingkungan air terutama kehidupan laut.

Jenis kehidupan :

- Archeocyatha :
  - Termasuk filum porifera
  - Hidup dilingkungan laut
  - Dapat membentuk endapan gamping yang cukup tebal
- Trilobita : Termasuk filum arthropoda
- Brachiopoda , Mollusca



Gambar 2.1. Fosil-fosil yang mewakili jaman Kambrium : (a-c) trilobite; (d-f) brachiopoda; (g) hyolithid; (h,i) molluska; (j-l) echinodermata; dan (m,n) archaeocyathid. Sumber : Allison R.Palmer in Lapedes 1978

b. Ordovisium

Zaman Ordovisium dicirikan oleh munculnya ikan tanpa rahang (hewan bertulang belakang paling tua) dan beberapa hewan bertulang belakang yang muncul pertama kali seperti Tetrakoral, Graptolit, Ekinoid (Landak Laut), Asteroid (Bintang Laut), Krinoid (Lili Laut) dan Bryozona. Koral dan Alaga berkembang membentuk karang, dimana trilobit dan Brakiopoda mencari mangsa. Graptolit dan Trilobit melimpah, sedangkan Echinodermata dan Brachiopoda mulai menyebar. Meluapnya samudera dari Jaman Es merupakan bagian peristiwa dari zaman ini. Gondwana dan benua-benua lainnya mulai menutup celah samudera yang berada di antaranya.

Jenis kehidupan :

- Kelompok vertebrata
- Filum brachiopoda



Gambar 2.2 Kehidupan di jaman ordovisium sumber : www.ucmp.berkeley.edu

c. Silur

Zaman silur merupakan waktu peralihan kehidupan dari air ke darat. Tumbuhan darat mulai muncul pertama kalinya termasuk Pteridofita (tumbuhan paku). Sedangkan Kalajengking raksasa (Eurypterid) hidup berburu di dalam laut. Ikan berahang mulai muncul pada zaman ini dan banyak ikan mempunyai perisai tulang sebagai pelindung. Selama zaman Silur, deretan pegunungan mulai terbentuk melintasi Skandinavia, Skotlandia dan Pantai Amerika Utara. Dicirikan dengan adanya fauna yang lebih luas

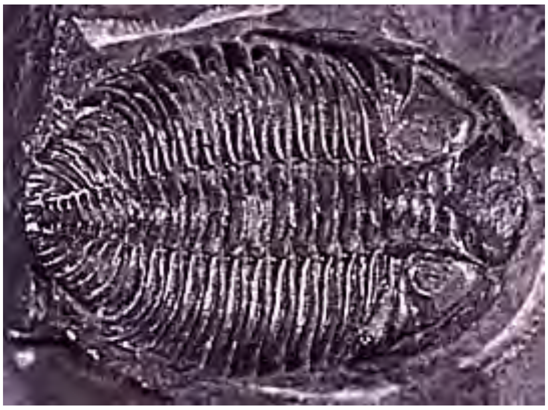
Jenis kehidupan :

- Kelompok vertebrata
- Trilobita : yang berkembang pada jaman kambrium dan punah pada jaman silur

Perkembangan silur di Indonesia :

1. Fosil tertua yang pernah ditemukan di Indonesia adalah berumur silur dan dijumpai di Irian
2. Di palung papua ditemukan batugamping hijau yang mengandung fosil Halysites wallichi

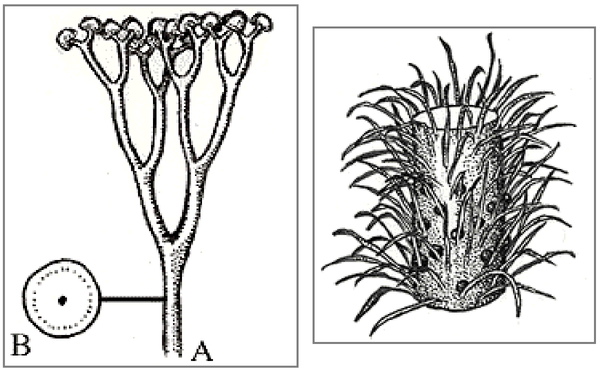
3. Dibagian barat wilayah Indonesia sampai sekarang belum pernah ditemukan fosil-fosil jaman silur.



Gambar 2.3 Fosil Trilobita di jaman silur. Sumber www.ucmp.berkeley.edu/silurian/silurian.php



Gambar 2.4 Fosil Brachiopoda di jaman silur Sumber : www.ucmp.berkeley.edu/silurian/silurian.php



Gambar 2.5 Jenis tumbuhan pada jaman silur. Sumber : www.ucmp.berkeley.edu/silurian/silurian.php

d. Devon

Jaman Devon merupakan jaman perkembangan besar-besaran jenis ikan dan tumbuhan darat. Ikan berahang dan ikan hiu semakin aktif sebagai pemangsa di dalam lautan. Serbuan ke daratan masih terus berlanjut selama jaman ini. Hewan Amfibi berkembang dan beranjak menuju daratan. Tumbuhan darat semakin umum dan muncul serangga untuk pertama kalinya. Samudera menyempit sementara, benua Gondwana menutupi Eropa, Amerika Utara dan Tanah Hijau.

- Jenis kehidupan :
- Filum Brachiopoda
- Filum Coelenterata
- Golongan Amonit
- Golongan vertebrata : ikan, amfibia



Gambar 2.6 Fosil *Archaeopteris* sejenis tumbuhan yang memproduksi spora. Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/devonian/devonian.php



Gambar 2.7 Fosil Brachiopoda pada jaman devon . Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/devonian/devonian.php

e. Karbon

Nama karbon diambil dari sifat sistem yaitu timbulnya sejumlah besar karbon bebas. Jaman karbon tidak hanya dipisahkan dengan nyata dari jaman-jaman yang lain oleh pembentukan pegunungan tetapi juga oleh adanya perkembangan flora dan faunanya. Selama jaman karbon golongan vertebrata antara lain reptilia dan amfibia berkembang dengan baik, telah muncul pada jaman devon dan mengalami perkembangan pada jaman karbon. Munculnya fusulinoida yang termasuk filum protozoa dan selain itu anggota dari Bryozoa berkembang sangat baik. Jenis tumbuh-tumbuhan memegang peranan penting selama jaman karbon seperti paku-pakuan. Reptilia muncul pertama kalinya dan dapat meletakkan telurnya di luar air. Serangga raksasa muncul dan ampibi meningkat dalam jumlahnya. Pohon pertama muncul, jamur Klab, tumbuhan ferm dan paku ekor kuda tumbuh di rawa-rawa pembentuk batubara. Pada jaman ini benua-benua di muka bumi menyatu membentuk satu masa daratan yang disebut Pangea, mengalami perubahan lingkungan untuk berbagai bentuk kehidupan. Di belahan bumi utara, iklim tropis menghasilkan secara besar-besaran, rawa-rawa yang berisi dan sekarang tersimpan sebagai batubara.

Di Indonesia ditemukan :

- Fosil fusulina di Sumatra
- Fosil Brachiopoda di Jayawijaya



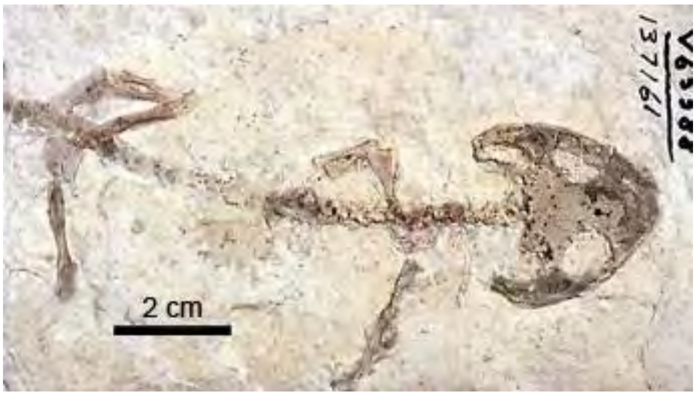
Gambar 2.8 Kehidupan di jaman Karbon. Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/carboniferous/carboniferous.php



Gambar 2.9 Fosil *Neuropteris* sejenis tumbuhan di jaman Karbon. Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/carboniferous/carboniferous.php



Gambar 2.10 Fosil *Lepidodendron sternbergii* sejenis tumbuhan di jaman Karbon. Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/carboniferous/carboniferous.php



Gambar 2.11 Fosil *Amphibiamus lyelli* di jaman Karbon. Sumber :
http://www.ucmp.berkeley.edu/carboniferous/carboniferous.php

f. Perm

"Perm" adalah nama sebuah propinsi tua di dekat pegunungan Ural, Rusia. Reptilia meningkat dan serangga modern muncul, begitu juga tumbuhan konifer dan Grikgo primitif. Hewan Ampibi menjadi kurang begitu berperan. Jaman perm diakhiri dengan kepunahan micsa dalam skala besar, Tribolit, banyak koral dan ikan menjadi punah. Benua Pangea bergabung bersama dan bergerak sebagai satu massa daratan, Lapisan es menutup Amerika Selatan, Antartika, Australia dan Afrika, membendung air dan menurunkan muka air laut. Iklim yang kering dengan kondisi gurun pasir mulai terbentuk di bagian utara bumi.

- Jenis kehidupan :

1. Anggota fusulina, Cephalopoda, Brachiopoda, Trilobita
2. Mulai tampak perkembangan jenis vertebrata dan insecta serta jenis flora
3. Golongan vertebrata
4. Golongan Ampibia



Gambar 2.12 Kehidupan laut pada jaman Perm. Sumber : science.nationalgeographic.com

2.2. Mesozoikum

a. Jaman Trias

Nama trias diambil dari perkembangan endapan Mesozoikum yang didapati di Jerman yang kemudian dianggap sebagai wilayah tipe untuk sistem trias. Perkembangan kehidupan pada jaman trias banyak terjadi perubahan baik jenis fauna, terutama untuk golongan invertebrata. Gastropoda dan Bivalvia meningkat jumlahnya, sementara amonit menjadi umum. Dinosaurus dan reptilia laut berukuran besar mulai muncul pertama kalinya selama zaman ini. Reptilia menyerupai mamalia pemakan daging yang disebut Cynodont mulai berkembang. Mamalia pertamapun mulai muncul saat ini. Dan ada banyak jenis reptilia yang hidup di air, termasuk penyu dan kura-kura. Tumbuhan sikada mirip palem berkembang dan Konifer menyebar. Benua Pangea bergerak ke utara dan gurun terbentuk. Lembaran es di bagian selatan mencair dan celah-celah mulai terbentuk di Pangea.

Jenis kehidupan :

- Golongan vertebrata : Anchisaurus/jenis dinosaurus

- Golongan invertebrata : filum Brachiopoda, Coelenterata, Cephalopoda Pelecypoda



Gambar 2.13 Kehidupan pada jaman Trias. Sumber : science.nationalgeographic.com

b. Jaman Jura

Pada jaman Jura, lingkungan laut dan darat banyak mengandung fosil, Amonit dan Belemnit sangat umum. Reptilia meningkat jumlahnya. Dinosaurus menguasai daratan, Ichtiyosaurus berburu di dalam lautan dan Pterosaurus merajai angkasa. Banyak dinosaurus tumbuh dalam ukuran yang luar biasa. Burung sejati pertama (Archeopterya) berevolusi dan banyak jenis buaya berkembang. Tumbuhan Konifer menjadi umum, sementara Bennefit dan Sequola melimpah pada waktu ini. Pangea terpecah dimana Amerika Utara memisahkan diri dari Afrika sedangkan Amerika Selatan melepaskan diri dari Antartika dan Australia.

Jenis kehidupan :

- Golongan invertebrata : Coelenterata, Porifera, Echinodermata dan Mollusca
- Golongan vertebrata : kelompok dinosaurus seperti Brontosaurus, Stegosaurus

- Munculnya golongan burung (Archeopteryx) merupakan salah satu perkembangan kehidupan yang nyata pada jaman jura dimana dijaman sebelumnya belum pernah ada.



Gambar 2.14 Fosil *Ichthyosaurus intermedius* pada jaman Jura. Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/mesozoic/jurassic/jurassic.php



Gambar 2.15 Fosil *Karaurus sharovi* pada jaman Jura. Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/mesozoic/jurassic/jurassic.php



Gambar 2.16 Fosil *Diplodocus* pada jaman Jura. Sumber : http://www.ucmp.berkeley.edu/mesozoic/jurassic/jurassic.php

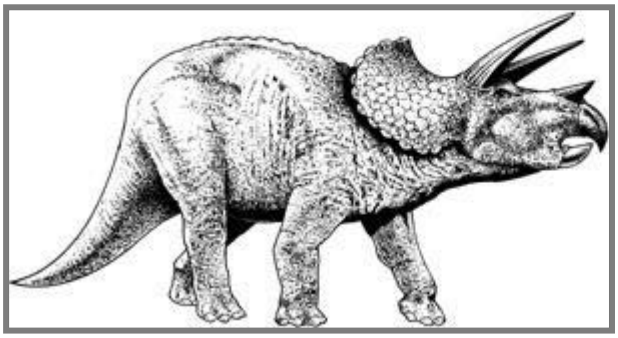
c. Jaman Kapur

Merupakan akhir masa mesozoikum. Jaman kapur lebih dikenal sebagai jaman Cretaceous yang berarti kapur. Jenis-jenis yang menandai jaman kapur antara lain anggota filum protozoa khususnya ordo foraminifera, filum coelenterata, filum mollusca dan filum arthropoda. Disamping itu terdapat pula perkembangan dari golongan vertebrata. Perkembangan jenis fauna diimbangi pula dengan perkembangan jenis flora. Pada jaman ini mulai terlihat dengan nyata perkembangan yang baik jenis Angiosperm yang merupakan golongan tumbuhan tingkat tinggi dan telah mempunyai bunga. Banyak dinosaurus raksasa dan reptilia terbang hidup pada zaman ini. Mamalia berari-ari muncul pertama kalinya. Pada akhir zaman ini Dinosaurus, Ichtiyosaurus, Pterosaurus, Plesiosaurus, Amonit dan Belemnit punah. Mamalia dan tumbuhan berbunga mulai berkembang menjadi banyak bentuk yang berlainan. Iklim sedang mulai muncul. India terlepas jauh dari Afrika menuju Asia.



Gambar 2.17 Fosil *Zuniceratops* pada jaman Kapur. Sumber :

http://www.ucmp.berkeley.edu/diapsids/ornithischia/ceratopsia.html



Gambar 2.18 Fosil *Triceratops* pada jaman Kapur. Sumber :

http://www.ucmp.berkeley.edu/diapsids/ornithischia/ceratopsia.html



Gambar 2.19 Kehidupan pada jaman Kapur. Sumber :

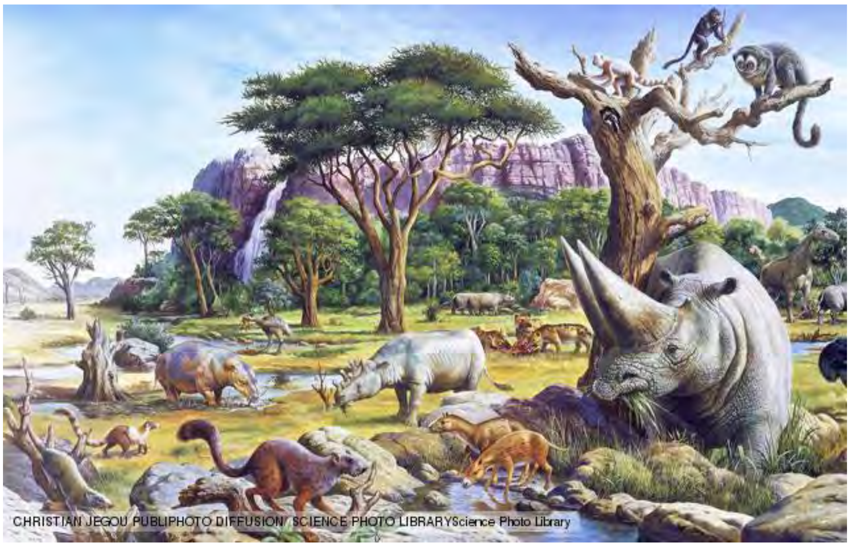
http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Cretaceous

2.3. Kenozoikum

a. Jaman Tersier

Pada jaman tersier terjadi perkembangan jenis kehidupan seperti munculnya primata dan burung tak bergigi berukuran besar yang menyerupai burung unta, sedangkan fauna laut sepert ikan, moluska dan echinodermata sangat mirip dengan fauna laut yang hidup sekarang. Tumbuhan berbunga pada jaman Tersier terus berevolusi menghasilkan banyak variasi tumbuhan, seperti semak belukar, tumbuhan merambat dan rumput. Pada jaman Tersier – Kuarter, pemunculan dan kepunahan hewan dan tumbuhan saling berganti seiring dengan perubahan cuaca secara global. Jaman Tersier dibagi menjadi beberapa kala yaitu :

- Paleosen (palaios : kuno, kainos : baru) , artinya mengandung 0% bentuk-bentuk sekarang



Gambar 2.20 Kehidupan pada kala paleosen. Sumber : http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Paleocene

- Eosen (eos : fajar, kainos : baru), artinya mengandung 1-5% bentuk-bentuk sekarang



Gambar 2.21 Kehidupan pada kala eosen. Sumber : http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Eocene

- Oligosen (oligos : sedikit, kainos : baru, artinya mengandung 10-15% bentuk-bentuk sekarang



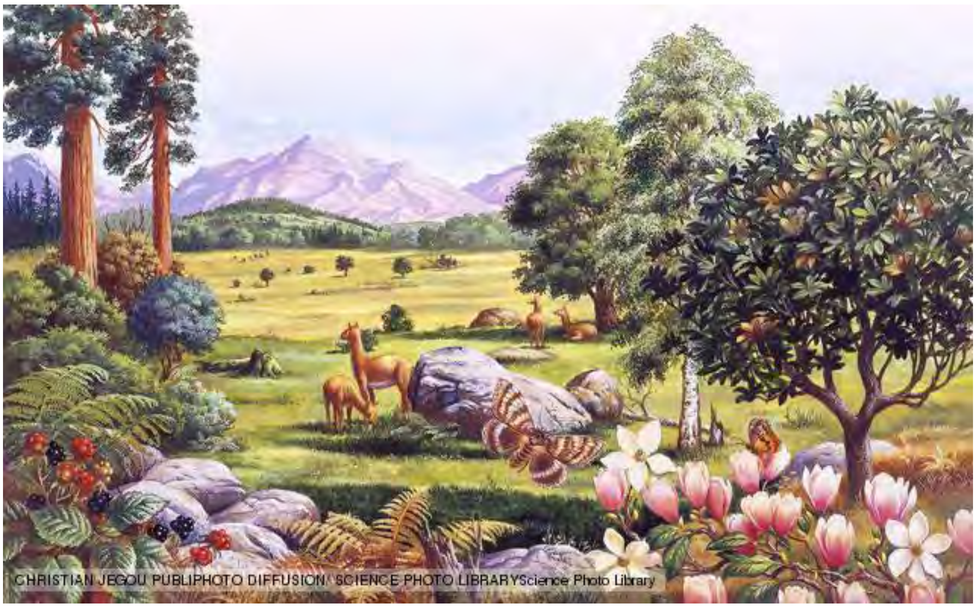
Gambar 2.22 Kehidupan pada kala oligosen. Sumber : http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Oligocene

- Miosen (meion : kurang, kainos : baru), artinyamengandung 20-40% bentuk-bentuk sekarang



Gambar 2.23 Kehidupan pada kala miosen. Sumber : http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Miocene

- Pliosen (pleion : lebih, kainos : baru), artinya mengandung 50-90% bentuk-bentuk sekarang



Gambar 2.24 Kehidupan pada kala pliosen. Sumber : http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Pliocene

b. Jaman Kwarter

Jaman Kuarter terdiri dari kala Plistosen dan Kala Holosen. Kala Plistosen mulai sekitar 1,8 juta tahun yang lalu dan berakhir pada 10.000 tahun yang lalu. Kemudian diikuti oleh Kala Holosen yang berlangsung sampai sekarang. Pada Kala Plistosen paling sedikit terjadi 5 kali jaman es (jaman glasial). Pada jaman glasial sebagian besar Eropa, Amerika utara dan Asia bagian utara ditutupi es, begitu pula Pegunungan Alpen, Pegunungan Cherpatia dan Pegunungan Himalaya. Di antara empat jaman es ini terdapat jaman Intra Glasial, dimana iklim bumi lebih hangat. Manusia purba jawa (*Homo erectus* yang dulu disebut *Pithecanthropus erectus*) muncul pada Kala Plistosen. Manusia modern yang mempunyai peradaban baru muncul pada Kala Holosen. Flora dan fauna yang hidup pada Kala Plistosen sangat mirip dengan flora dan fauna yang hidup sekarang.

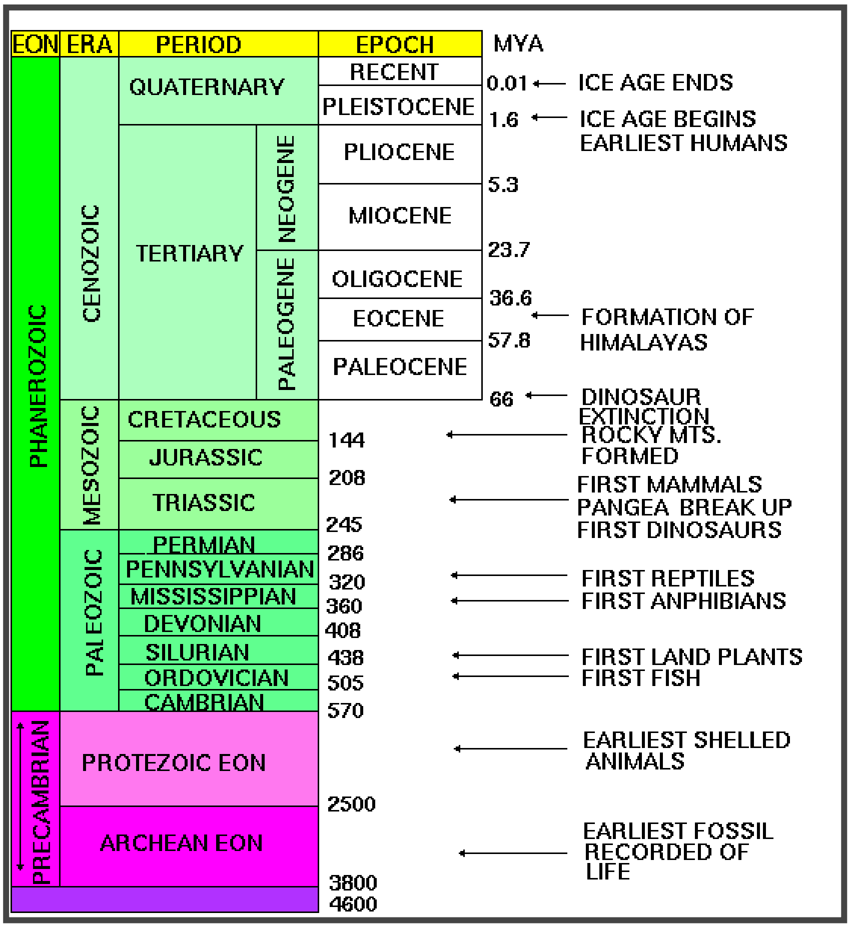


Gambar 2.25 Kehidupan pada kala pleistosen. Sumber : http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Pleistocene



Gambar 2.26 Kehidupan pada kala holosen. Sumber :

http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth/Holocene



Gambar 2.27. Skala waktu geologi. Sumber : www.factsanddetails.com

LATIHAN SOAL :

1. Berdasarkan pada kehidupan yang sudah nyata, kurun dibagi menjadi masa. Sebutkan dan jelaskan!
2. Jelaskan perkembangan silur di Indonesia!
3. Jelaskan perkembangan kehidupan pada jaman :
    a. Trias
    b. Jura
    c. Kapur
4. Jelaskan pembagian kala pada jaman Tersier!
5. Jelaskan pembagian kala pada jaman Kwarter!

DISKUSI :

Diskusikan dengan kelompokmu tentang tabel skala waktu geologi!

BAB III
FOSIL MAKRO

FOSIL-FOSIL MAKRO

3.1. FILUM MOLLUSCA

Ciri Umum Filum Mollusca

Filum Molluska mencakup kelompok hewan penting dan jumlahnya meliputi lebih dari 150.000 spesies yang masih hidup dan beberapa ribu spesies lagi yang telah punah. Molluska diambil dari perkataan Latin mollusca, yaitu suatu kacang-kacangan yang terbungkus oleh cangkang yang tipis. Binatangnya menghuni sebuah cangkang. Banyak diantaranya mempunyai cangkang dengan bentuk dan warna yang indah-indah, sehingga cangkang tersebut banyak digemari orang dan dikumpulkan oleh mereka untuk dibuat hiasan.

Ukuran binatangnya pun berlainan dan berkisar antara beberapa mm hingga 25 m. Tridacna suatu pelecypoda yang sekarang masih hidup mempunyai berat sekitar 225 kg dan ruangan diantara kelopak cangkangnya demikian besarnya hingga dalam keadaan tertutup pun masih dapat menampung seorang anak kecil didalamnya.

Filum mollusca merupakan golongan hewan yang sangat berhasil dalam evolusinya. Muncul pada permulaan zaman kambrium serta dapat hidup dalam segala macam air dan juga di darat. Mereka yang hidup di laut dapat merupakan plankton, nekton atau bentos. Di darat mereka dapat hidup dalam iklim yang lembab hingga iklim padang pasir. Beberapa jenis dapat memanjat pohon, bukit-bukit yang tinggi sedangkan beberapa jenis lagi banyak terdapat di padng rumput. Daya adaptasi mereka memang besar sekali. JEnis kelaminya dapat terpisah atau tidak. Kebanyakan dari molluska yang hidup di laut mempunyai jenis kelamin terpisah, tetapi kebanyakan gastropoda yang hidup didarat adalah hermaprodit. Alat perkembangbiaknya biasanya terletak pada dinding rongga badan dan telurnya dibuahi di dalam badan untuk kemudian dilepaskan keluar.

Mollusca pada umumnya hidup selama beberapa tahun saja, tetapi beberapa diantaranya dapat mencapai usia yang agak tinggi, misalnya pada Tridacna.

Mollusca mempunyai tubuh yang lunak tidak beruas dan biasanya dilindungi oleh cangkang. Tubuhnya terdiri dari kepala yang baik perkembangannya, kaki untuk merayap, alat-alat pencerna makanan dan insang untuk bernafas. Sebagian dari bagian ventral tubuhnya biasanya berupa kaki yang gunanya untuk merayap, menggali, mengebor, berenang dan kegunaan lainnya. Dalam tubuhnya suatu saluran pencernaan yang sederhana, satu jantung yang baik penkembangannya dengan susunan urat darahnya, sepasang insang atau lebih dan system urat syaraf yang terdiri dari tiga ganglia.

Karenan penyebarannya yang begitu luas, baik di zaman geologi lampau maupun sekarang. Filum molluska merupakan suatu kelompok hewan yang sangat berhasil dalam hidupnya serta evolusinya.

Klasifikasi Filum Molluska

Filum molluska dibagi menjadi beberapa klas, sebagai berikut :

A. Klas Amphineura, misanya : Chiton (Kambrium – Resen)
B. Klas Scaphopoda, misalnya : kerang randuk (Mesozoikum – Resen)
C. Klas Gastropoda, misalnya : keong (Kambrium – Resen)
D. Klas Pelecypoda, misalnya : kerang (Ordovisium – Resen)
E. Klas Cephalopoda, misalnya : cumi-cumi (Paleozoikum – Resen)

Dari kelima klas ini, klas Amphineura dan klas Scaphopoda kurang begitu penting baik dari jumlah fosilnya maupun nilai stratigrafinya, karena itu tidak akan dibahas dalam buku ini. Sebaliknya klas Gastropoda dan klas Pelecypoda telah mendekati puncak perkembangan melihat jumlah serta varitas yang semakin meningkat, sedangkan kebanyakan dari Cephalopoda telah punah.

A. Klas Amphineura

Hewan *Mollusca* kelas *Amphineura* ini hidup di laut dekat pantai atau di pantai. Tubuhnya bilateral simetri, dengan kaki di bagian perut (*ventral*) memanjang. Ruang mantel dengan permukaan dorsal, tertutup oleh 8 papan berkapur, sedangkan permukaan lateral mengandung banyak insang

Hewan ini bersifat hermafrodit (berkelamin dua), fertilisasi eksternal (pertemuan sel teur dan sperma terjadi di luar tubuh). Contohnya *Cryptochiton sp* atau kiton. Hewan ini juga mempunyai fase larva *trokoper.*



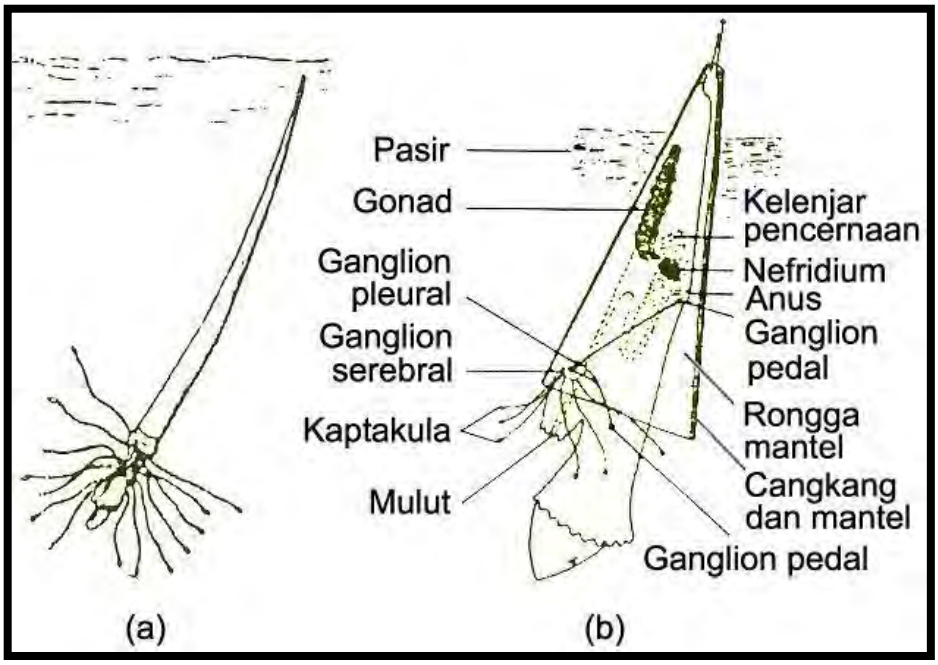
Gambar 3.1. Contoh Chiton termasuk dalam Klas Ampineura yang masih hidup.

B. Klas Scapopoda

Dentalium vulgare adalah salah satu contoh kelas *Scaphopoda*. Jika Anda berjalan-jalan di pantai, hati-hati dengan cangkang jenis *Scaphopoda* ini. Karena biasanya hewan ini tumbuh di batu atau benda laut lainnya yang berbaris menyerupai taring .

Dentalium vulgare hidup di laut dalam pasir atau lumpur. Hewan ini juga memiliki cangkok yang berbentuk silinder yang kedua ujungnya terbuka. Panjang tubuhnya sekitar 2,5 s.d 5 cm. Dekat mulut terdapat tentakel kontraktif bersilia, yaitu alat peraba. Fungsinya untuk menangkap mikroflora dan mikrofauna. Sirkulasi air

untuk pernafasan digerakkan oleh gerakan kaki dan silia, sementara itu pertukaran gas terjadi di mantel. Hewan ini mempunyai kelamin terpisah .



Gambar 3.2. Bentuk tubuh Scapopoda.

C. Klas Gastropoda

Gastropoda merupakan suatu klas yang terbesar dari filum molluska. Yang masuk ke dalam klas ini ialah hewan yang mempunyai cangkang trputar atau tidak dan trbuat dari zat kapuran. Semula hidupnya di laut, tetapi dalam kala Mesozoikum dan Kenozoikum banyak jenisnya yang dapat menyesuaikan diri hidup di air tawar atau payau dan beberapa diantaranya dapat hidup di daratan. Ukuran cangkangnya berkisar antara 0,5 mm sampai 50 cm. Di samping mempunyai daya untuk menyesuaikan diri yang amat besar gastropoda mempunyai penyebaran yang luas sekali. Sebagian mereka hidup di laut yang dangkal dengan mendapat penuh cahaya, tapi beberapa diantaranya dapat hidup di laut yang dalamnya hingga 3 mil.

Yang hidup di laut pun dapat dibagi dalam dua golongan yaitu yang dapat berenang misanya Pteropoda dan Heteropoda dan sebagian lagi merupakan penghuni air dasar laut. Beberapa diantaranya melekat pada batuan, maupun cangkang gastropoda lain.

Yang hidup di darat mempunyai penyebaran yang luas sekali. Beberapa diantaranya dapat hidup pada ketinggian 5480 m di atas air laut dan beberapa jenis lagi dapat hidup pada berbagai iklim yang sangat kering. Kebanyakan Gastropoda merupakan binatang pemakan tumbuhan, terutama yang hidup di darat.

Fosil gastropoda tertua berasal dari batuan Kambrium bawah, tetapi diduga bahwa sebelum zaman itu sudah hidup gastropoda tertentu. Diduga bahwa gastropoda yang pertama-tama hidup di lautan dan baru saja zaman karbon didapatkan gastropoda yang hidup di darat.

Gastropoda terdiri dari :

a. Kepala

Pada kebanyakan gastropoda bagian anterior (muka) dari tubuhnya adalah kepalanya yang biasanya mempunyai berbagai alat pancaindera.

Di bagian ventral kepala terdapat sebuah mulut dengan rongga mulut, sepasang mata yang biasanya bergagang dan sepasang atau dua pasang tentakel yang bekerja sebagai alat pancaindera. Mulut mempunyai radula. Kaki ada di bagian ventral dari tubuhnya sedangkan berbagai alat pencernaan ada di bagaian dorsal dari kaki dan dilindungi oleh cangkang. Kaki yang datar itu dipergunakan untuk berjalan dan terletak di bagian ventral. Binatang ini dapat bergerak dengan jalan mengembang kerutkan kaki. Pada gastropoda yang hidup secara pelagis kaki itu berubah menjadi alat pendayung.

b. Isi Perut

Isi perut terdiri dari saluran pencernaan yang teletak langsung di belakang rongga mulut, sebuah hati yang cukup besar, ginjal, jantung dengan pembuluh darahnya, alat perkembangbiakan dan jaringan urat syaraf. Isi perut terletak dibagian dorsal kaki dan mengisi ruangan cangkang. Usus binatang yang masih muda biasanya lurus tetapi pada hewan yang sudah dewasa usus ini berliku-liku dan berakhir pada anus yang terletak di atas kepalanya.

Insangnya ada sepasang akan tetapi karena perputaran badannya yang mengikuti perputaran cangkangnya maka biasanya pada beberapa jenis insang yang kanan hilang. Insang ini dapat berbentuk daun, seperti bulu-bulu atau

umbul-umbul dan terletak di ruangan mantel. Gastropoda yang hidup di darat insang ini hilang dan diganti oleh pembuluh-pembuluh darah yang bekerja sebagai paru-paru. Untuk keperluan pernafasan air masuk ke dalam ruangan mantel.

Hati, ginjal dan beberapa kelenjar biasanya terkumpul di bagian posterior dari usus. Jantung masih sangat primitip sedangkan darah melalui pembuluh darah yang bercabang-cabang. Bagian muka dari saluran pencernaan disebut oesophagus yang merupakan kelenjar ludah.

Pada gastropoda yang masih hidup alat perkembangbiakannya terdiri dari sebuah kelenjar (glandula). Jenis kelaminnya terpisah kecuali pada semua keong darat yang hermaphrodit.

c. Kulit Mantel

Merupakan selaput kulit tipis yang menyelubungi badan gastropoda dan juga sebagai pembuat cangkangnya. Ruang diantara kulit mantel disebut rongga mantel. Letak dan bentuk dari rongga mantel ini penting. Pada jenis yang masih primitip rongga mantel biasannya ada di bagian prosterior badan, kemudian semakin progresif hewan tersebut maka rongga mantel itu makin berpindah ke depan. Pada beberapa jenis yang modern rongga mantel ini untuk kedua kalinya dapat pindah kembali lagi ke belakang. Di dalam rongga mantel terdapat insang yang merupakan suatu pertumbuhan ke luar dari kulit mantel berbentuk seperti cilia dan gunanya untuk pernafasan. Dengan menggerakkan cilia yang terdapat pada insang tersebut air dapat masuk. Pada kebanyakan gastropoda yang primitip insang ada dua tetapi pada kebanyakan gastropoda yang modern insang ini menjadi satu atau hilang sama sekali untuk diganti dengan kulit mantel tipis yang fungsinya sebagai alat pernapasan.

d. Cangkang

Rangka luar disebut cangkang dan jumlahnya hanya sebuah. Oleh karena itu disebut cangkang tunggal (univalve). Cangkang ini berbentuk macam-macam, kebanyakan seperti kerucut atau tabung yang terbuka pada ujung satunya dan menjadi runcing pada ujung suatu sumbu, sehingga berupa spiral. Spiral ini dapat terputar dalam satu bidang atau terputar dalam 3 dimensi. Putaran (coils) itu berhubungan satu sama lain dan tempat sambungannya merupakan suatu

garis yang disebut sutura. Putaran terakhir biasanya lebih besar dari putaran yang lebih dulu. Sumbu cangkang merupakan suatu lubang dan disebut umbilicus. Kadang-kadang umbilicus ini kemudian diisi oleh berbagai bahan sekunder dan dalam hal ini disebut callus. Ada kalanya pula umbilicus dapat merupakan suatu sumbu yang padat dan dalam hal ini disebut columella.

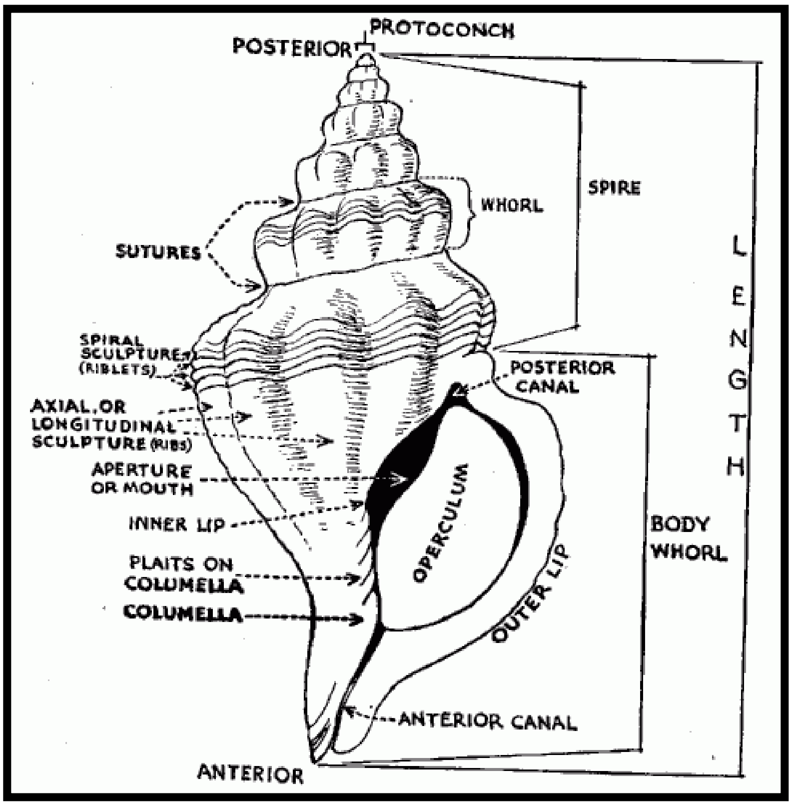
Ujung dari cangkang disebut puncak (apex) dan sudut dari puncak ini disebut sudut puncak (apical angel). Jika cangkang gastropoda ditaruh di muka kita dengan puncaknya menunjuk ke atas dan lubangnya menunjuk kearah kita, maka cangkang tersebut disebut kanan jika lubang cangkang berada di sebelah kanan. Sebaliknya jika lubangnya berada di sebelah kiri maka cangkang dinamakan kiri.

Cangkang disebut tertutup (involute) jika putaran yang akhirnya meliputi atau menutupi putaran yang lebih dulu, misalnya pada Cyprea. Sebaliknya cangkang disebut terbuka (evolute) jika seluruh putaran tampak misalanya pada Turritela. Cangkang biasanya dihiasi oleh berbagai duri dan tonjolan ataupun bentuk lain. Tonjolan (ridge) yang runcing dan mengikuti lingkaran cangkang disebut igir (keel).

Lobang aperture dari cangkang gastropoda mempunyai bentuk yang beraneka ragam pula misalnya bulat, ellips, lonjong, dan sebagainya. Pinggiran aperture biasanya disebut pinggiran mulut (peristoma). Peristoma dibagi menjadi bibir dalam (inner lip) dan bibir luar (outer lip). Pertumbuhan dari cangkang gastropoda dimulai dari lubang cangkang sepanjang pinggiran dalam (inner rim) dan pinggiran luar outer rim. Kadang-kadang mulutnya dapat ditutup dengan mempergunakan suatu tutup (operculum). Bagian anterior dari peristoma diantara bibir luar dan bibir dalam dapat mengandung sebuah siphon untuk mengalirkan air ke dalam rongga mantel, sedangkan siphon untuk mengalirkan air ke luar berada pada bagian posterior dari peristoma. Dibagian tengah dari bibir luar kadang-kadang terdapat juga saluran tempat tabung anus (anal tube).

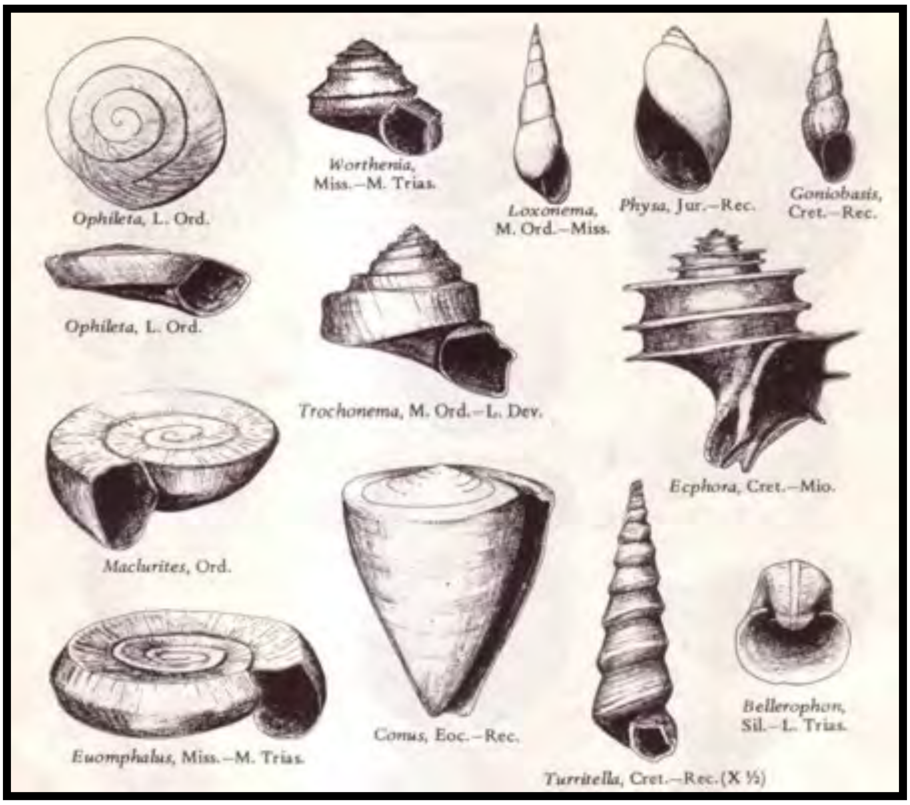
Dinding cangkang terdiri atas tiga lapisan yaitu dari luar ke dalam berturut-turut : peristoma tipis terbuat dari zat khitin, lapisan prisma terbuat dari $CaCO_3$ dan lapisan mutiara terbuat dari $CaCO_3$ juga. $CaCO_3$ pada kebanyakan gastropoda berbentuk aragonite yang tidak stabil dan zat ini biasanya hilang

selama proses

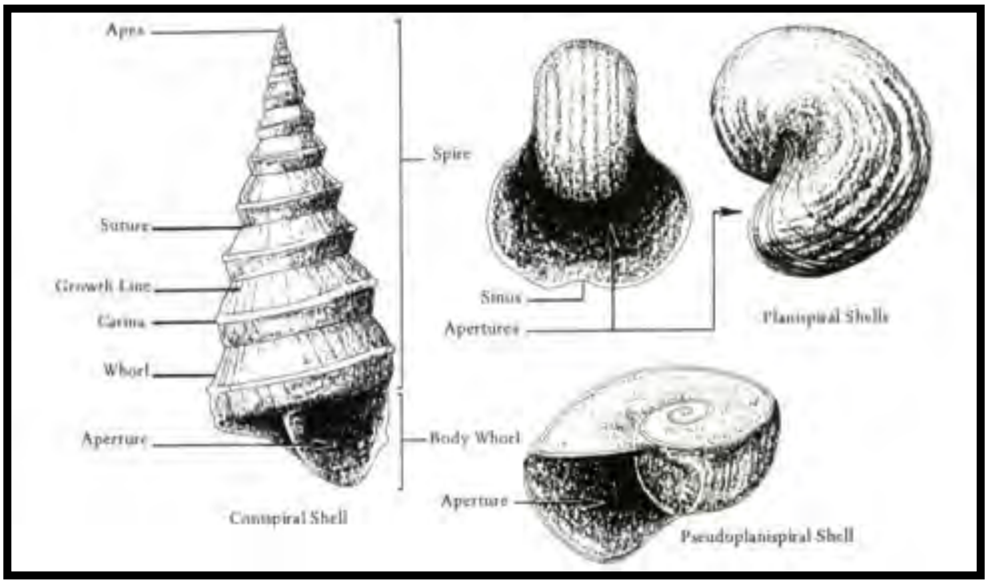


pemfosilan. Karena itu kebanyakan fosil gastropoda hanya ditemukan dalam bentuk tuangan saja.

Gambar 3.3. Bagian-bagian dari Klas Gastropoda. Sumber : blogadikurnia.blogspot.com



Gambar 3.4. Morfologi Gastropoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen



Gambar 3.5. Contoh fosil Gastropoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. Petersen

D. Klas Pelecypoda

Nama pelecypoda diambil dari bahasa Yunani *pelecys* yang berarti kapak kecil dan *pous* berarti kaki, jadi berarti binatang berkaki mirip kapak. Kelompok hewan ini merupakan satu di antara lima klas yang membentuk filum molluska. Ada yang menamakan pelecypoda sebagai *lamellibranchiata*. Nama ini diambil dari bahasa latin *lamella* yang berarti daun atau lempeng tipis, dan dari bahasa yunani *branchia* yang berarti insang, jadi binatang berinsang berbentuk lempeng. Ada juga yang menyebut *Acephala (cephalus* = kepala, jadi binatang tidak berkepala) atau dinamakan pula Bivalvia yang berarti binatang berkelopak dua. Nama sehari-hari adalah kerang atau remis.

Pada tahun 1758 Linnaeus baru mengenal 15 genus pelecypoda mencakup 2,3% dari seluruh spesies fauna yang dikenal atau 21,4% dari seluruh spesies molluska. Dalam hal jumlah kedudukannya dalam filum molluska hanya dikalahkan oleh klas gastropoda yang banyak mencapai sekitar 3,2 kali jumlah spesies pelecypoda.

a. Ciri Umum

Dalam keadaan biasa hewan ini mempunyai bidang simetri bilateral baik cangkangnya maupun tubuhnya. Yang khas ialah bahwa cangkangnya terdiri atas dua buah kelopak yang terbuat dari bahan kapur. Jika kedua kelopak kerang ini tertutup maka biasanya bagian lunaknya terbungkus olehnya.

Pelecypoda tidak berkepala dan tubuhnya dilindungi oleh sepasang kelopak yang dihasilkan oleh bagian lateral dari mantel. Kedua kelopak tersebut dihubungkan dengan pita katup (ligament) yang bersifat elastic. Kedua kelopak tersebut dapat ditutup dengan mengerutkan berbagai otot yang melekat pada permukaan dalam dari kelopak. Makanan dihisap bersama air dengan menggerakkan bulu getar. Mereka juga mempunyai rahang dan bernafas dengan insang. Terhadap cahaya mereka peka meskipun tidak mempunyai indera penglihatan. Di samping itu mereka mempunyai berbagai alat pencium, pendengar dan bintik-bintik peraba. Syaraf terdiri dari sepasang ganglia dan berbagai tali syaraf penghubung. Kaki dapat dikeluarkan dari rumahnya untuk meraba atau berjalan. Jantung terdiri dari satu atau dua bilik dan dua serambi. Alat pencernaan berbentuk gulungan yang ujungnya terdapat di kedua ujung tubuh, perut dan sepasang ginjal.

Sejak zaman Kambrium pelecypoda hidup secara melata pada dasar laut. Sekarang banyak jenis yang hidupnya terpendam sebagian atau seluruhnya di dalam lumpur atau pasir sedangkan sebagian lainnya mengebor lobang dalam kayu-kayuan atau batuan dan menghuninya. Beberapa jenis lain menggunakan byssus (benang yang jika kering menjadi zat tanduk yang keras) untuk melekatkan diri. Sedangkan beberapa jenis lainnya terikat selama-lamanya pada suatu benda pada dasar laut.

Fosil lamellibranchiate yang tertua berasal dari batuan ordovisium. Mereka masih memiliki cangkang yang sederhana. Pada akhir ordovisium timbul genus spesies baru dan mulai saat itu lamellibranchiate merupakan fauna bentos yang penting hingga sekarang. Pada akhir Paleozoikum banyak spesies yang punah dan diganti oleh beberapa spesies baru.

Lamellibranchiata dapat membentuk batuan yang luas penyebarannya. Misalnya dalam masa Mesozoikum terutama Jura dan Kapur banyak endapan yang sebagian besar terdiri dari Gryphea, Exogian dan Inoceramus. Berbagai fosil sebelum zaman karbon biasanya ditemukan sebagai tuangan saja. Sedangkan fosil dari karbon dan dari zaman-zaman selanjutnya banyak yang tersimpan baik. Hal ini mungkin disebabkan karena cangkang dari lamellibranchia pada zaman Pra Karbon sebagian besar terdiri dari aragonit, yaitu suatu zat modifikasi dari zat kapur yang tidak stabil, sedangkan cangkang dari lamellibranchia yang hidup di zaman karbon dan zaman berikutnya banyak mengandung kalsit yang lebih stabil.

Pada umumnya lamellibranchia bukan merupakan fosil penunjuk yang baik. Ini disebabkan karena berbagai fosilnya yang tidak begitu baik tersimpan sehingga sukar dan tidak mungkin untuk diteliti. Hal ini terutama berlaku bagi fosil-fosil yang berumur sebelum zaman Karbon. Meskipun demikian ada beberapa diantaranya yang dapat dipakai Pseudomonotis, Halobia, Exogira, Gryphea, Inoceramus dan Hippurites.

b. Cara Hidup

Biasanya hidup dalam laut dari tepi pantai hingga laut yang mempunyai kedalaman beberapa ratus meter Di samping itu ada lagi yang dapat hidup dalam laut dalam. Kecuali di laut mereka dapat hidup di air payau, misalnya keluarga Unionidae, Nutelidae dan Sphaeridae serta disungai dan danau.

Pelecypoda mudah menyesuaikan diri denga lingkungannya. Kebanyakan hidup di laut sebagian di air payau maupun tawar. Berdasarkan cara-cara hidupnya dapat dibedakan golongannya.

1. Melekatkan diri : Ostrea, Spondylus
2. Melekat dengan byssus : Auricula, Lima, Pinna
3. Menggali lubang dalam kayu/batu : Gastrochaena, Lithodamus, Plolas, Tereda
4. Terpendam dalam lumpur : Pholadomnya, Pleuronnya
5. Melata pada dasar : Siphonata
6. Bergerak bebas di air dalam yang tenang

Biasanya suatu spesies hidup pada kedalaman tertentu tetapi genusnya dapat mempunyai penyebaran luas dan tidak tergantung pada kedalaman.

Beberapa genus yang menunjukkan kedalaman tertentu adalah :

1. Laut dangkal : *Cytheria, Donax, Dosinia, Gastrochaena, Hinnites, Luttraia, Malleus, Mesodesina, Pholas, Pinna, Psammphia, Solecurtus, Solen, Tapes, Tellina, Tridacna, Trigonia.*
2. Neritik sampai batial : *Auricula, Cardita, Cardium, Chama, Crassatella, Lucina, Mactra, Modiola, Panopaea, Spondylus, Thracia*
3. Neritik sampai abysal : *Anomia, Arca, Astarte, Axinus, Corbula, Ervilia, Leda, Lima, Limopsis, Mya, Mytilus, Neaera, Ostrea, Pecten, Pectunculus, Pholadomya, Saxicava, venus, Yoldia*

Pada mulanya semua *lamellibranchia* mempunyai cangkang yang kelopaknya simetri serta ekilateral. Bentuk ini dipertahankan pada cangkang dewasa dari spesies yang merayap pada dasar laut dengan memakai kaki misalnya *Nucula* dan *Arca*. Tetapi kalau pelecypoda hidup dengan menggali lubang atau melekat pada dasar laut secara langsung atau denga perantara byssus, maka bentuk muda dari cangkangnya akan menunjukkan perubahan-perubahan. Dalam hal ini lingkungan telah menentukan bentuk luar dan dlam dari cangkangnya. Kadang-kadang pengaruh ini demikian besarnya sehingga membingungkan para ahli taksonomi, misalnya Hippurites mempunyai persamaan dengan *Calceola* (koral paleozoikum) dan *Richtofenia* (Brachiopoda)

karena morfologinya dan lingkungan hidupnya yang serupa. Mereka memperliatkan bentuk mirip tanduk yang khas, dimana ujungnya yang lancip melekat pada dasar sedangkan katupnya sangat menebal. Penebalan katup ini umum dijumpai pada jenis yang melekat pada dasar laut karena harus menghadapi ombak keras. Pada Hipurites bagian yang melekat menjadi makin besar, sedangkan katup yang satunya lagi bertugas sebagai penutup. Hiasan pada katup dapat dianggap pula sebagai usaha untuk memperkuat rumah.

c. Tubuh

Pelecypoda bernafas dengan menggunakan insang yang terletak dalam rongga mantel di bagian kiri dan kanan tubuhnya. Pada jenis yang modern terdapat dua pasang insang. Pada golongan yang masih primitip insang hanya terdiri dari filament yang pendek, lebar dan tipis. Pada spesies yang lain yang lebih maju insang terdiri atas lembaran yang panjang atau bulat dan bercabang dua. Dahulu pembagian lamellibranchia didasarkan atas susunan insang dan dari susunan ini kita membedakan lima ordo :

- Ordo *Protobranchia*
- Ordo*Filibranchia*
- Ordo *Pseudolamellibranchia*
- Ordo *Eulamellibranchia*
- Ordo *Septibranchia*

Bagian tubuh pelecypoda yang berada diantara kedua kelopak kerang adalah alat pencernaan yang terdiri atas mulut, ooesophagus, perut dengan kelenjar pencerna, usus yang melingkar-lingkar dan berakhir dengan anuas. Berbagai alat ini biasanya berada di bagian dorsal. Tiap mulut mempunyai radula. Darah dipompakan ke seluruh bagian tubuh oleh denyutan jantung. Sistem urat syarafnya terdiri atas tiga ganglia. Ginjal dan gonad terdapat pula dalam tubuh hewan tersebut.

Di bagian dalam permukaan katup dilapisi oleh suatu kulit tipis yang disebut selubung. Dibagian pinggir kulit mantel ini bebas dan tidak melekat pada permukaaan kelopak bagian dalam. PAda pinggiran dimana kulit mantel itu tidak melekat pada permukaan dalam dari kelopak terdapat suatu cirri yang disebut garis selubung (pallial line). Kulit mantel yang bebas berhubungan satu sama lain dan membentuk suatu ruangan yang disebut ruangan mantel. Kulit mantel yang bebas ini pun dapat membentuk suatu saluran untuk mengalirkan air yang

masuk yang disebut saluran masuk, maupun keluar yang bernama saluran keluar. Saluran keluar (Exhalant Channel) biasanya terletak di bagian dorsal dan gunanya untuk mengeluarkan berbagai kotoran dan bahan yang tidak diperlukan lagi, sedangkan saluran masuk (Inhalant channel) terletal dibagian ventral dan gunanya untuk mengalirkan air dan oksigen serta makanan ke dalam. Saluran tersebut juga disebut siphon, dan biasanya bagian ini dapat ditarik sebagian atau seluruhnya ke dalam cangkang binatang itu. Untuk keperluan pembentuka siphon maka kulit mantel sendiri tertekan ke dalam sehingga meninggalkan cirri yang menyerupai lekukan pada garis selubung (pallial sinus). Fosil yang mempunyai genus lekukan ini menunjukkan bahwa pada masa hidupnya hewan itu mempunyai siphon yang besar dan dapat ditarik. Karena siphon semacam itu hanya dimiliki oleh pelecypoda yang hidupnya di dalam lumpur saja, maka fosil yang mempunyai garis mantel yang berlekuk dianggap masuk golongan pelecypoda yang hidup dalam lumpur.

d. Klasifikasi

Klasifikasi pelecypoda bias didasarkan pada bagian tubuh tertentu :

1. Klasifikasi berdasarkan struktur insang biasa dipakai oleh para ahli geologi dan terutama berguna untuk penyelidikan pelecypoda zaman sekarang
2. Klasifikasi berdasarkan sususnan gigi pada garis engsel dianggap penting sekali bagi paleontology karena bias diperiksa serta diamati pada fosil-fosilnya. Mungkin gigi-gigi itu mulai tumbuh tidak rata pada tepi dorsal cangkang dengan tujuan untuk mencegah pergesekan kedua kelopak satu dengan yang lain. Bentuk geligi yang sederhana sudah dijumpai pada zaman Ordovisium. Setelah itu terjadi evolusi gigi menjadi dua susunan ialah :
    - ✓ Taksodon ktenodon : gigi memusat mulai dari garis engsel ke tengah kelopak (Ctenodont, Nucula)
    - ✓ Aktinodon : gigi memancar dari umbo ke bawah (Aktinodont, Lyrodesma)
    - ✓ Taksodon : Deretan gigi dan lubang gigi sama besar, masing-masing dapat sampai 35 buah, muncul pada zaman ordovisium, contoh modern adalah Nucula.

- ✓ Teleodon heterodon : perkembangan paling baik beberapa gigi utama yang besar dengan tanpa gigi lateral, contoh modern adalah Venus.
- ✓ Isodon : gigi berkembang sama baiknya tiap kelopak mempunyai dua gigi utama teratur demikian rupa sehingga membatasi lekukan, satu gigi lateral berada anterior dan satu gigi lateral lainnya posterior yang terletak didekat pertengahan garis engsel salah satu kelopak, dua buah gigi serta satu lekukan anterior dan satu lekukan posterior terdapat di pertengahan garis engsel kelopak lainnya, gigi-gigi melengkung dan lekukannya memiliki lengkungan yang sesuai dengannya. Cotoh Pecten mempunyai igiran ramping sebagai gigi dan Spondylus yang gigi-giginya salaing mengunci dengan kuat sehingga kelopak hanya dipisahkan jika giginya diputuskan.
- ✓ Skizodon : bentuk dan ukuran giginya tak tentu, menurut posisinya masing-masing dibagi menjadi gigi bawah umbu (subumbonal), gigi utama palsu (pseudocardinal) dan gigi posterolateral. Perkembangan yang diatur terdapat pada Myophoria dan Trigonia.
- ✓ Disodon : suatu jenis gigi yang mempunyai puncak perkembangan evolusinya yang rupanya terjadi karena perluasan hiasan luar yang melampaui paruh cangkang ke daerah cardinal. Contoh Mytilus.
- ✓ Pantodon : khusus terdapat pada pelecypoda zaman ordovisium dan silur misalnya Allodesma dan Orthodonticus mungkin system gigi ini lebih tua dari telodon, gigi cardinal bergores-gores disertai gigi-gigi lateral yang terdiri lebih dari dua buah.
- ✓ Diagenodon : terdiri dari paling banyak tiga cardinal dan satu atau dua lateral. Contoh Astarte.
- ✓ Siklodon : gigi sangat melengkung. Contoh Cardium dan Tridacna.
- ✓ Astenodon : Gigi yang tidak berfungsi dan terdapat pada jenis-jenis yang menggali misalnya Mya dan Phalas.

- ✓ Anomalodon : Tidak ada gigi ataupun giginya hanya kecil saja. Misal Allorisma.
- ✓ Edentulus : sama sekali tidak bergigi seperti terdapat pada Paleoconcha dan Anodonta.

3. Klasifikasi berdasarkan otot penutup
   - ✓ Otot isomyaria

     Sama besar : Gigi taksodon……………Ordo Taxodonita

     Gigi heterodon…………Ordo Heterodonita
   - ✓ Otot anisomyaria

     Tidak sama besar atau hanya satu. Ordo Anisomyarnida
4. Klasifikasi berdasarkan evolusi, dibuat berdasarkan penyesuaian diri dari pelecypoda terhadap lingkungannya yang mengakibatkan radiasi. Hal ini menimbulkan tiga cara hidup, yaitu:
   - ✓ Hidup bebas pada dasar laut

     Orthoconch : aktif, bergerak secara tegak

     Pleuroconch : pasif, terletak pada satu sisi
   - ✓ Melekat pada dasar : secara langsung atau dengan perantara byssus
   - ✓ Menggali lubang : dalam sedimen lunak atau mengebor kedalam kayu atau batu.

   Bergagai kesulitan timbul dari klasifikasi ini yaitu pada ketiga cara hidup itu terjadi penyesuaian sekunder secara lebih menyebar, sehingga cara hidup suatu genus atau spesies bersangkutan tidak dapat dipastikan lagi. Misalnya Pecten yang sangat aktif hidupnya ternyata tergolong dalam pelecypoda yang melekat pada dasar.
5. Klasifikasi berdasarkan gabungan insang susunan gigi otot penutup kelopak. Cara ini didasarkan atas susunan gigi, otot dan juga insang. Berdasarkan klasifikasi ini dikenal tiga ordo dan 33 superkeluarga, sebagai berikut :
   - ✓ Ordo Taxsodonta : gigi taksodon biasanya terdapat dua buah otot penutup yang sama besar tanpa siphon terdiri dari :

     Superkeluarga Nuculacaea : Ctenodonta, Nucula, Nuculana

     Superkeluarga Arcacea : Vanuxemia, Cyrtodonta, Glycymeris, Breviarca, Arca

- ✓ Ordo Anisomyaria : Biasanya kelopaknya tidak sama besar otot penutup anterior hamper sama atau sudah lenyap, otot posterior yang kuat sekali terdapat dekat titik tengah kelopak agak dibelakangnya, gigi disodon dan isodon atau tidak ada sama sekali, hidupnya melekat pada dasar laut dengan byssus atau secara langsung dengan semen, tidak mempunyai siphon, garis pallium tidak mempunyai sinus, ordo ini meliputi 4 superkeluarga :

  Superkeluarga Mytilacea : Mytilus

  Superkeluarga Ostreacea : Ostrea, Gryphaea, Exogyka

  Superkeluarga Pectinacea : Pecten

  Superkeluarga Anomiacea : Anomia
- ✓ Ordo Eulamellibranchia : Ordo inipaling penting dan terdiri dari 26 superkeluarga, mereka mempunyai dua buah otot penutup yang sama besar atau sama dan juga memiliki siphon, giginya skizodon, heterodon atau desmodon, ordo ini terdiri dari :

  Superfamili Trigoniacea : Trigonia

  Superfamili Unionacea : Anodonta

  Superfamili Astartacea : Crassatellites, Astrarte

  Superfamili Carditacea : Venericardita

  Superfamili Sphaeriacea

  Superfamili Isocardiacea

  Superfamili Cyphinacea : Artica

  Superfamili Cymiacea

  Superfamili Gaimardiacea

  Superfamili Dressenacea

  Superfamili Lucinacea : Charma

  Superfamili Erucinacea

  Superfamili Chamacea

  Superfamili Rusdistacea : Hippurites

  Superfamili Cardiacea : Cardium

  Superfamili Veneracea : Venus

  Superfamili Mactracea : Mactra

  Superfamili Tellinacea : Tellina, Tagalus

Superfamili Solenacea : Ensis

Superfamili Saxicavacea : Saxicava

Superfamili Myacea : Mya, Corbula

Superfamili Gastrochaenacea

Superfamili Adesmacea : Pholas, Teredo, Bankia, Xylophaga

Superfamili Pandoracea : Latermula

Superfamili Clavagellacea : Clavagella

Superfamili Poromyacea : Cardiomya

6. Klasifikasi Dalam paleontologi

Bagi paleontologi tubuh hewan yang lunak nilainya tidak begitu besar karena bagian ini tidak dapat menjadi fosil. Sesudah pelecypoda mati maka bagian lunaknya akan rusak dan hanya cangkangnya yang tersimpan. Cangkang ini rata-rata lebih dari 99% tersusun oleh $CaCO_3$ yang dapat berupa kalsit atau aragonite, sedangkan sisanya adalah SiO_2, $(Al_2Fe)_2O_3$, $MgCO_3$, dan Ca_2P2O_8. Komposisi kimia ini dapat berbeda-beda tiap spesies. Pada suatu spesies Ostrea lapisan prima dan mutiara terdiri dari kalsit sedangkan pada spesies yang lain seluruh kedua lapisan tersebut terdiri dari aragonite. Pinna mempunyai lapisan prima yang sebelah luarnya terdiri dari kalsit dan sebelah dalamnya aragonite. Cangkang yang terbuat dari aragonite lebih mudah larut sehingga tinggal cetakannya yang terdapat pada batuan atau hanya tuangannya saja. Cangkang yang bagian dalamnya terdiri dari aragonite dan bagian luarnya terbuat dari kalsit, sewaktu fosilisasi tidak mengalami kerusakan pada bagian luar tetapi sebaliknya bagian dalamnya rusak.

Ada kemungkinan bahwa cangkang pelecypoda dari zaman yang berlainan memiliki pula susunan kimia yang berlainan. Tidak adanya hewan tersebut di zaman Proterozoikum mungkin disebabkan karena susunan kimia dari lingkungan hidup hewan bersangkutan tidak memungkinkan pembentukan cangkang dari zat gamping.

Anggapan diatas tidak benar seluruhnya karena di zaman Algonkium dijumpai berbagai lapisan batu gamping tebal. Di samping itu ada perkiraan bahwa fauna zaman Prakambrium hanya hidup di air tawar. Hal inipun masih sukar diterima. Ada kemungkinan lagi bahwa pelecypoda

zaman tersebut belum mempunyai cangkang atau cangkangnya telah larut dalam zaman-zaman selanjutnya.

Sering juga terjadi bahwa hanya kelopak kiri atau kanan saja yang ditemukan. Ini dapat berarti bahwa dalam proses fosilisasi kelopak yang satu lebih tahan terhadap pengerusakan daripada yang lain. Kalu engselnya cangkang kuat, maka sering kedua kelopak tidak terpisah satu dengan yang lain misalnya pada Trigonia, Megalodon, dan Hippurite. Diterangkan bahwa lepasnya kelopak terjadi sebagai akibat dari gaya tarikan pita katup. Dalam keadaan hidup, gaya tersebut diimbangi oleh kekuatan otot penutup, tetapi setelah mati otot penutup tidak bekerja lagi dan kedua kelopak terpisah satu sama lain karena tarikan pita katup.

Biasanya cangkang pelecypoda terdiri atas dua buah kelopak yang pada umumnya sama besar tapi bentuk luarnya tidak simetris. Di bagian dorsal kedua kelopak berhubungan satu sama lain melalui suatu garis engsel. Berlainan dengan kelopak pelecypoda disebut kelopak kiri dan kelopak kanan, masing-masing berada di sebelah kiri dan kanan tubuhnya.

Yang dibentuk mula-mula dari cangkang adalah bagian yang berada di puncak dan disebut parih (beak). Paruh ini biasanya menunjuk kea rah anterior. Pada golongan pelecypoda yang melekatkan salah satu kelopaknya pada suatu benda, maka kelopak yang besar yaitu yang kanan yang selalu melekat pada benda lain tersebut sedangkan yang kecil hanya merupakan tutup saja seperti misanya terdapat pada Rudistacea dan Ostreacea.

Bagian menonjol yang langsung berdekatan dengan paruh disebut kuncup (umbo). Cara untuk mengetahui kelopak kiri dari yang kanan adalah dengan menempatkan paruh sedemikian rupa hingga menunjuk kea rah depan dari kita. Dengan begini bagian anterior pelecypoda tersebut berada di tempat terjauh dari pengamat, dan kelopak kanan berada di tangan kanan kita sedangkan kelopak kiri di tangan kiri.

Kelopak terdiri atas tiga lapisan berturut-turut dari luar ke dalam yaitu periostracum, ostracum, dan hypostracum. Periostracum merupakan lapisan terluar yang tipis dan terbuat dari bahan tanduk serta dibentuk oleh bagian bebas dari kulit mantel. Lapisan ini gunanya untuk

melindungi lapisan yang berada dibawahnya dari proses pelarutan. Pada proses fosilisasi biasanya lapisan ini lenyap.

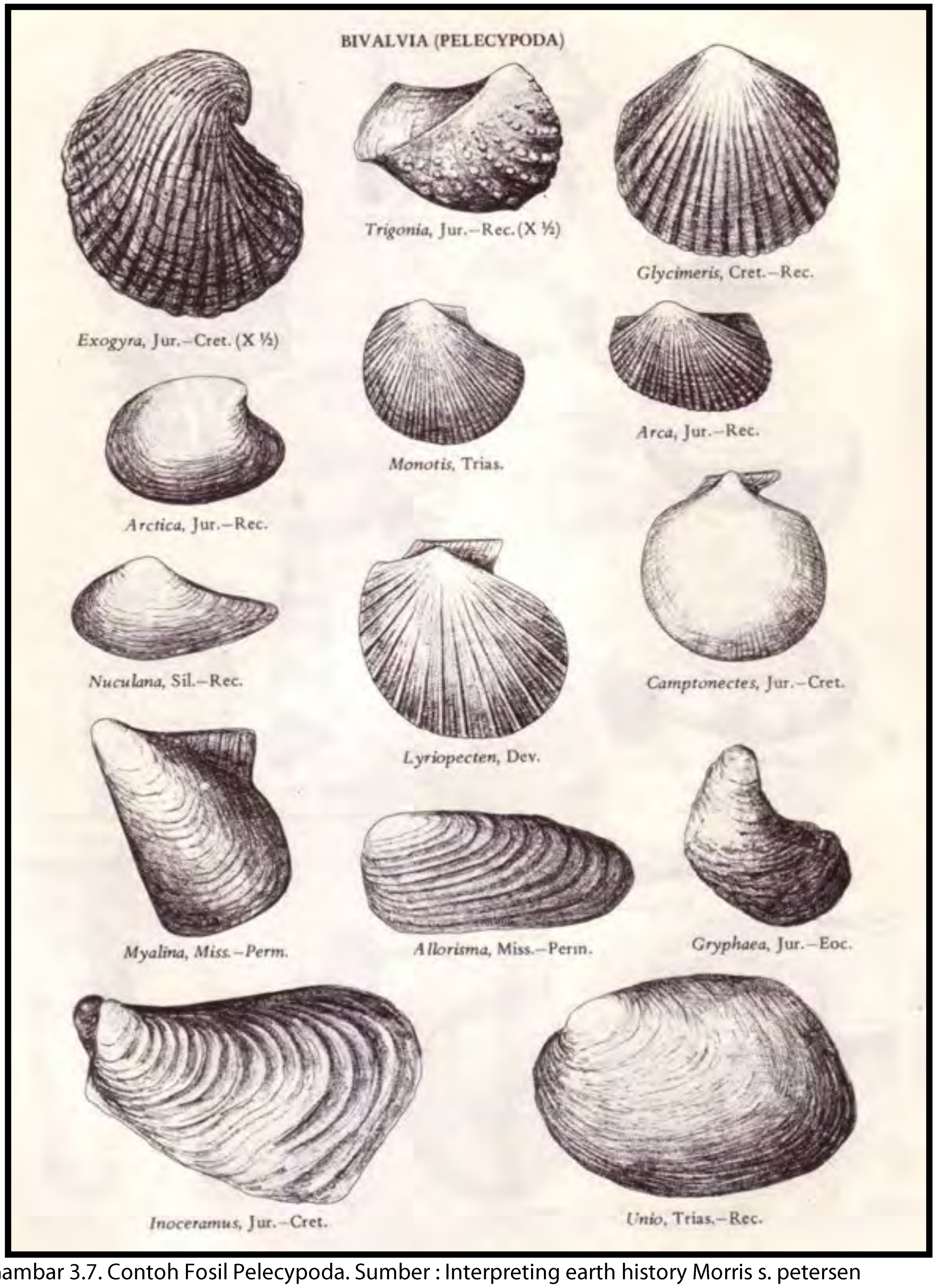
Lapisan tengah disebut ostracum atau lapisan prisma karena terdiri atas kristal kalsium karbonat berbentuk prisma polygon yang kurang lebih berdiri tegak lurus pada lapisan periostracum. Kristal prisma ini juga dibentuk oleh kulit mantel yang bebas dank arena itu penambahan jumlah prisma hanya berlangsung pada bagian pinggirnya saja. Dalam bentuk fosil lapisan prisma merupakan lapisan yang terluar mengganti kedudukan lapisan periostracum yang hilang pada proses pemfosilan. Lapisan terdalam terdiri atas banyak lapisan tipis terbuat dari kalsit atau aragonite yang letaknya mendatar atau membuat sudut dengan lapisan prisma. Lapisan ini biasanya disebut lapisan mutiara karena di sini biasanya terbentuk butir-butir mutiara seperti misalnya dihasilkan oleh beberapa jenis pelecypoda. Lapisan mutiara juga disebut lapisan mucreous dan dibentuk oleh seluruh permukaan kulit mantel, karena itu selama hidupnya selalu tumbuh terus dan merupakan lapisan tertebal di bagian yang tertua dari cangkang.

7. Hiasan Permukaan Kelopak

Kebanyakan pelecypoda memiliki permukaan kelopak yang licin saja, tetapi pada beberapa jenis permukaannya dihiasi oleh galengan, duri dan lain-lain. Salah satu hiasan yang umum ialah garis tumbuh yang letaknya konsentris mengelilingi umbo. Garis ini dapat tipis atau tebal dan letaknya dapat berdekatan atau berjauhan.

Hiasan lain dapat berupa garis atau parit yang memancar dari paruh. Kedua kelopak biasanya menggunakan gigi dan lobang gigi melalui suatu garis yang disebut garis engsel. Pada kebanyakan pelecypoda kedua kelopak biasanya mudah dilepaskan satu sama lain, tetapi pada beberapa jenis untuk melepaskannya harus merusak salah satu giginya.

Gambar 3.6. Morfologi Pelecypoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen



Gambar 3.7. Contoh Fosil Pelecypoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen

E. Klas Cephalopoda

Ciri Umum

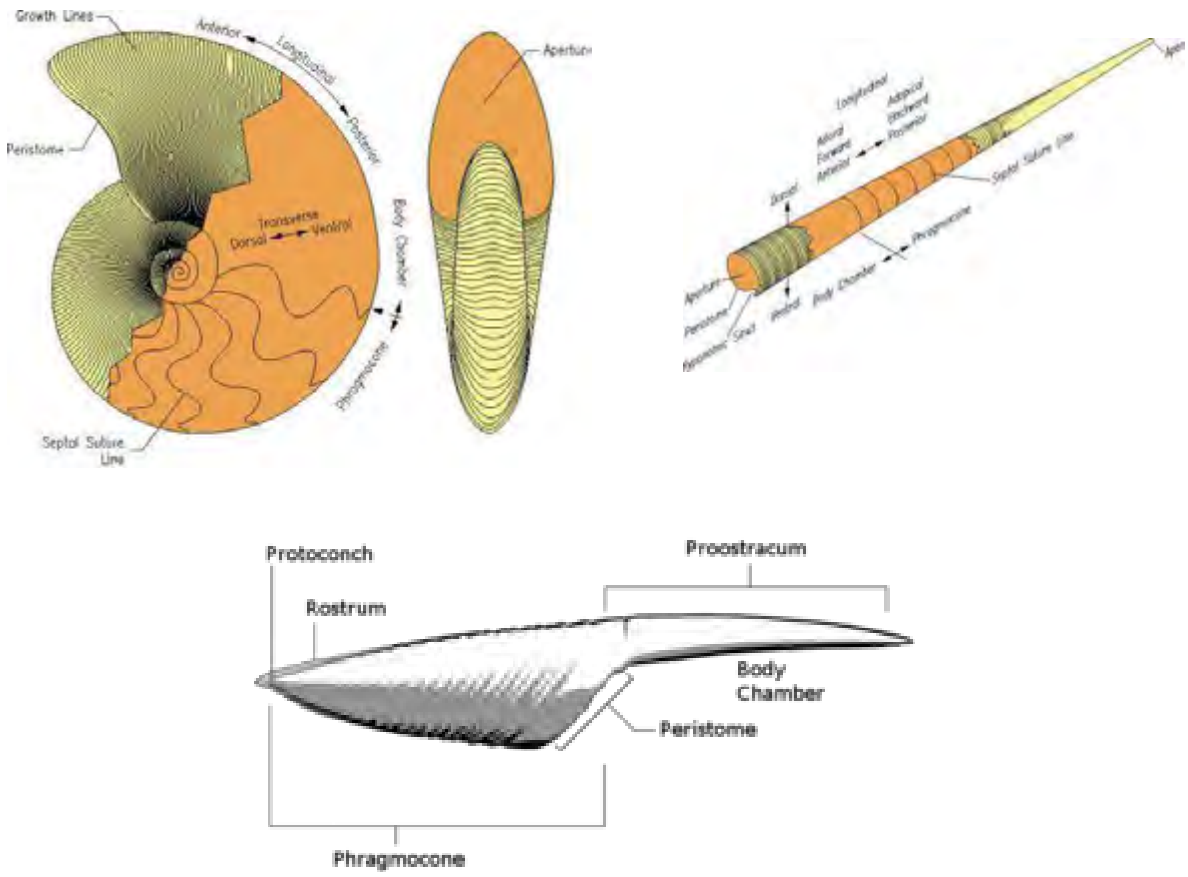
Cephalopoda merupakan hewan invertebrata yang sangat progresif dibandingkan dengan golongan invertebrata lainnya. Mereka hanya hidup di lautan. Contoh klas ini yang sekarang masih hidup adalah: *Sephia* (cumi-cumi), *Nautiluss*, dan *Octopus*. Hewannya dapat memiliki cangkang di luar, atau di dalam. Badan hewan yang lunak memiliki sebuah kepala dengan sepasang mata besar yang baik perkembangannya seperti mata ikan, alat pendengaran, dan mulut dengan rahangnya menyerupai paruh burung kakatua yang dikelilingi oleh tangan-tangan untuk meraba dan menangkap (*tentakel*).

Berlainan dengan *lamellibranchiata* dan gastropoda yang pada umumnya bergerak lambat atau merayap-rayap pada dasar lautan, maka *Cephalopoda* merupakan hewan laut yang dapat bergerak dengan cepat sekali seperti halnya ikan. Untuk pergerakan ini maka air yang berada di dalam rongga mantel dapat diperas keluar serta disemprotkan dengan kuat sekali sehingga dengan demikian hewan itu dapat didorong ke arah yang berlawanan. Ini biasanya terjadi jika hewan itu sedang marah atau takut. Dengan dilindungi oleh gumpalan tinta yang mengakibatkan air yang disemprotkan tadi berwarna hitam maka binatang ini dapat melarikan diri.

Contoh *Cephalopoda* yang sekarang masih hidup adalah *Loligo* (sebangsa cumi-cumi). Hewan ini panjangnya kurang dari 30 cm dengan memiliki sebuah kepala yang bulat dan sepandang mata yang sudah mempunyai lensa seperti pada manusia. Mulut ada di bagian anterior dan dikelilingi sepuluh tentakel. Tangan-tangan ini mempunyai mangkok penghisap. Dua dari tentakel itu lebih panjang dari yang lain dan mangkok penghisapnya terkumpul di bagian ujungnya. Tentakel ini gunanya untuk menangkap dan membawa mangsanya ke mulut, dimana mangsanya digigit oleh rahangnya yang kuat berbentuk seperti paruh burung kakatua. Badannya dilapisi oleh kulit mantel yang juga membungkus rongga mantel dan jeroan hewan bersangkutan. Di dalam rongga mantel terdapat sepasang insang. Untuk dapat bergerak, air masuk ke dalam rongga mantel melalui sebuah lobang di belakang kepalanya. Oleh karena tekanan dari kulit mantel air yang berada di dalam rongga mantel disemprotkan ke luar dengan kuat sekali melalui sebuah saluran (*sipho*). Saluran ini dapat diarahkan ke segala arah hingga hewan itu dapat berenang sesukanya ke segala arah.

Cephalopoda merupakan suatu kelompok hewan yang maju sekali dan telah mencapai puncak perkembangannya. Spesies yang masih hidup sekarang berjumlah sekitar

4000. Jumlah ini kecil sekali jika dibandingkan dengan banyaknya spesies yang telah menjadi fosil. Hingga sekarang paling sedikit ada 600 generasi dan lebih dari 10.000 spesies berupa fosil. Kebanyakan *Cephalopoda* yang telah punah mempunyai cangkang indah-indah sekali dan beberapa diantaranya mempunyai ukuran yang luar biasa besarnya. *Cephalopoda* pernah mengalami dua masa puncak perkembangannya yaitu pada masa Paleozoikum dan Mesozoikum. Karena *Cephalopoda* merupakan fosil-fosil penunjuk yang sangat baik bagi kedua masa tersebut.



Gambar 3.8. Bentuk luar golongan Cephalopoda. Sumber : www.tonmo.com

Klasifikasi

Klas *Cephalopoda* dapat dibagi 2 subklas, sebagai berikut:

a. Subklas Nautiloidea
b. Subklas Ammonoidea
c. Subklas Coleodea

A. Subklas *NAUTILOIDEA*

Contoh yang khas adalah *Nautilus* yang sekarang terutama hidup di lautan di sekitar kepulauan Fiji sampai Selat Malaka, dan merupakan satu-satunya wakil yang masih hidup. Nautiloidea banyak hidup dalam masa *Paleozoikum*. *Nautilus* mempunyai 2 pasang insang, 2 pasang *auricle* (serambi jantung), sebuah corong untuk mengeluarkan air, dan yang khas ialah tidak mempunyai kantong tinta. Bagian lunaknya terdiri atas sebuah jeroan (*vesceral mass*), rongga mantel, dan kepala yang baik perkembangannya. Tentakel yang berjumlah sekitar 90 buah banyaknya terdapat di kepalanya mengelilingi mulutnya. Tentakel ini tidak mempunyai mangkok-mangkok penghisap seperti halnya *Sephia*, dan dapat ditarik ke dalam sarungnya. Kap (*hood*) merupakan suatu lipatan daging yang terdapat di atas kepala dan gunanya untuk menutup lobang cangkang jika hewannya sudah masuk ke dalamnya. Mulut diperlengkapi dengan *radula*, serta 2 buah rahang yang berbentuk paruh burung kakatua. Rahang ini terbuat dari bahan gamping yang sudah larut dan karenanya jarang tersimpan sebagai fosil. Matanya sederhana dan tidak mempunyai lensa.

Nautiloidea memiliki cangkang luar dan terdiri dari sebuah tabung yang terbuka pada ujung yang satu dan menjadi runcing pada ujung lainnya. Tabung ini dapat berbentuk lurus, bengkok, atau spiral. Dalam bentuk spiral, putarannya (*coil*) dapat tertutup (*involut*) atau terbuka (*evolut*). Kadang-kadang bagian terakhir dari putaran ini dapat menjadi lurus seperti halnya pada *Latintes* dan *Disitoceras*. Berlainan dengan kebanyakan *gastropoda* maka cangkangnya terjadi menjadi banyak kamar yang dibatasi oleh sekat vertikal disebut *septum*. Biasanya kamar ini makin berukuran besar ke arah lobang cangkang. Hewannya tinggal di kamar yang terakhir yang disebut dengan kamar tunggal (*living chamber*) dengan cara melekatkan diri pada dinding cangkang dengan menggunakan urat daging yang akhir ini meninggalkan bekas pada dinding berupa garis-garis konsentris yang tipis. Pada *nautilus* ada dua buah bekas urat daging yang berbentuk lonjong (*oval*).

Corong (*tunnel*) dari hewan ini terletak di pinggiran luar dari lobang cangkang karena itu pinggiran luar dari kamar yang terakhir ini disebut *ventral*. Semua kamar, kecuali kamar yang terakhir, berisi gas yang memungkinkan hewan tersebut dapat terapung. Pada waktu pertumbuhannya, hewan tersebut pindah ke muka dan terbentuklah septum serta kamar tinggal yang baru. Sebuah saluran yang berisi urat darah dan berasal dari bagian belakang tubuh binatang tersebut, menembus seluruh septum kamar gas tersebut hingga kamar yang terakhir (kamar tinggal). Saluran ini disebut *sinphuncle*. Letak *sinphuncle* ini berlainan pada tiap jenis. Pada *nautilus sinphuncle* terletak kurang lebih di tengah *septum* dan dilapisi oleh bahan kapur yang tipis. Sering kali di tempat *sinphuncle* menembus *septum*, terdapat sebuah cerobong pendek yang mengelilingi *sinphuncle* tersebut yang dinamakan leher *septum*

(septal neck). Pada hampir seluruh *Nautiloidea* leher *septum* ini menunjuk ke arah belakang (*retrossiphonate*).

Dinding cangkang dari bagian luar ke dalam terdiri dari 4 lapisan yaitu:

- Lapisan khitin (*periostractum*)
- Lapisan gampingan
- Lapisan proselen
- Lapisan mutiara

Tempat dimana tepi *septum* berhubungan atau menjadi satu dengan dinding cangkang merupakan garis berlekuk-lekuk yang disebut garus sutura. Berbagai garis sutura ini baru tampak kalau kulit yang terluar hilang atau dikupas. Tetapi karena fosil *caphalopoda* sering kali terdapat sebagai tuangan, maka biasanya garis sutura ini sudah jelas terlihat dengan tidak usah mengupas kulit luarnya. Salah satu ciri yang khas *nautiloidea* ialah bahwa garis sutura itu sederhana sekali, biasanya lurus atau sedikit cembung. Selain itu garis sutura dilihat dari muka *septum*nya berbentuk cekung. Contoh-contoh yang penting dari ordo ini ialah:

Cytorceras

Lituites

Nautilus

Orthoceras

B. Subklas AMMONOIDEA

Kedalam golongan ini termasuk *ammonites, goniatites,* dan sebagainya yang sekarang telah punah sama sekali. Pada kebanyakan *ammonoidea* cangkangnya terputar (*coiled*) pada satu bidang (*plainispiral*), tetapi pada beberapa *ammonoidea* cangkangnya dapat lurus misalnya pada *Labobactrites* atau lurus pada bagian yang terakhir seperti pada *Baculites* ataupun terputar dalam bidang 3 dimensi (*trochopiral*) seperti halnya pada *Turrilites*. Cangkangnya dapat tertutup (*involut*) artinya lingkaran paling luar membungkus lingkaran-lingkaran terdahulu ataupun terbuka (*evolut*). Pada keadaan yang terakhir semua putaran dapat terlihat dan dalam hal ini pusar (*umbillicus*) dapat besar sekali. Cangkang disebut tertekan vertikal (*depressed*), jika ukuran tebalnya lebih besar dari ukurang tingginya. Dalam hal ini pusar adalah dalam, jika cangkang itu kecuali tertekan juga involut maka pusar kecuali dalam juga sempit. Putaran tersebut disebut tertekan lateral (*compressed*) jika tingginya lebih besar dari tebalnya.

Permukaan dari cangkang dapat licin saja tanpa dihiasi dengan berbagai garis, tonjolan, dan sebagainya. Hiasan cangkang pada umumnya mempunyai perkembangan

yang baik pada *ammonidea* yang hidup di zaman Paleozoikum. Pada beberapa *ammonidea* yang hidup di zaman Paleozoikum. Pada beberapa *ammonidea* pinggiran luar (*external margin*) yang tajam disebut igir (kecil) seperti pada *Harpoceras*. Igir itu dapat licin saja atau bergigi. Sebaliknya pada beberapa jenis di tempat igir itu terdapat suatu parit atau suatu dasaran. Pada pinggiran luar dari lubang cangkang biasanya terdapat suatu sinus yang disebut *hyponomic sinus* dan menunjukkan tempat corong (*funnel*).

Dibandingkan dengan golongan *nautiloidea,* maka garis sutura pada *ammonoidea* sangat rumit. Bentuk dari garis sutura ini berlainan pada tiap *ammonoidea* dan sangat penting bagi klasifikasi hewan ini. Pada golongan *anutiloidea* garis sutura ini hanya merupakan garis gelombang yang sederhana saja, tapi pada golongan *ammonoidea* garis gelombang ini sangat rumit dan dapat dibagi dalam beberapa bagian. Bagian garis sutura yang melengkung ke muka (*anterior*) disebut sadel (*saddle*), sedang garis sutura yang melengkung ke belakang (*posterior*) disebut gelambir (*lobe*). Kemudian gelambir dan sadel masih dibagi lagi menjadi beberapa bagian. Bentuk dan susunan dari garis sutura pada sisi sebelah-menyebelah cangkang biasanya hampir sama. Untuk mempelajari garis sutura maka garis yang membagi dua garis sutura bersangkutan menjadi 2 bagian yang sama diambil sebagai garis simetri bilateral. Dengan demikian maka ke arah kiri dan kanan berturut-turut dijumpai: gelambir (*external lobe*), sadel luar (*external saddle*), gelambir lateral primer (*primary lateral saddle*), gelambir lateral sekunder (*secondary lateral saddle*), sadel lateral sekunder (*secondary lateral lobe*) dan sadel pembantu (*auxiliary saddle*). Biasanya gelambir luar (*external lobe*) masih dibagi lagi oleh sadel tengah (*medium saddle*) atau dinamakan juga sadel saluran (*siphonal saddle*).

Agaknya pada suatu hubungan yang erat antara banyaknya gelambir (*lobe*) dan (*saddle*) serta bentuk dari cangkang. Bila cangkangnya berbentuk evolut biasanya hanya ada gelambir dan sadel yang utama saja, sedangkan jika cangkangnya berbentuk involut maka biasanya gambaran suturanya sangat rumit dengan adanya gelambir serta sadel pembantu.

Ammonoidea yang tertua mempunyai gambaran sutura yang sederhana. Pada beberapa jenis yang hidup di zaman karbon tampak adanya pembagian dari gelambir dan sadel menjadi bagian yang lebih kecil. Gambaran ini menjadi sangat rumit pada golongan yang hidup pada masa Mesozoikum, terutama pada jenis yang hidup di zaman trias seperti *Pinacoceras*.

Perbedaan yang penting antara *hautiloidea* dan *Ammonoidea* adalah sebagai berikut:

NAUTILIDEA	*AMMONOIDEA*
1. Septa cekung ke jurusan belakang (*posterior*)	1. Septa cekung ke jurusan muka (*anterior*), kecuali pada golongan *Gonatitidae*
2. Garis sutura sederhana	2. Garis sutura rumit
3. Corong (*sipho*) letaknya central atau sedikit eksentris	3. Corong (*sipho*) di pinggir ventral
4. Kamar *embryo* bulat dan tipis	4. Kamar *embryo* lonjong dan gamping

Cangkang mula (*protoconch*) dari *ammonoidea* terbuat dari bahan kapuran dan bentuknya bulat (*sphere*) atau lonjong (*oval*) pada jenis yang mempunyai cangkang lurus atau sedikit terputar. Tetapi pada jenis yang mempunyai cangkang terputar cangkang mula itu bentuknya selalu bulat (*convolut*).

Lobang dari kamar tinggal pada jenis *ammonit* dan *goniatil* tertentu serta beberapa *Baculites* dan *Scaphites*, kadang-kadang ditutup oleh sepasang kepingan terbuat dari bahan kapuran yang disebut tutup cangkang (*aptychus*). Mungkin *aptychus* ini berfungsi sebagai *operculum*. Kalau tutup itu sendiri dari dua kepingan, maka disebut tutup cangkang kembar (*diaptychus*).

Beberapa *ammonoidea* yang penting adalah :

- Golongan *goniatit* : *Goniatites* dan *Anarcetes*
- Golongan *ammonit* yang hidup di zaman Trias : *Arcetes* dan *Veratites*
- *Ammonit* zaman Jura dan Kapur : *Phylloceras, Schlotheimia, Amaltheus*
- *Ammonit* cangkang lingkar lepas (*uncoiled ammonite*) : *Baculites, Scaphites, Turrilites*

Garis sutura ada empat macam sebagai berikut:

1. Bentuk *nautiloida* : Hanya ada gelambir dan sadel yang kurang begitu jelas
2. Bentuk *goniatit* : Sadel dan gelambir luar jelas. Ada juga beberapa gelambir dan sadel lateral yang sederhana. Jarang ada gelambir dan sadel pembantu
3. Bentuk *ceratit* : Mempunyai gelambir dan sadel luar serta gelambir dan sadel lateral. Gelambir dan sadel pembantu dihiasi oleh gigi-gigi
4. Bentuk *ammonit* : Gelambir dan sadel jumlahnya banyak serta kesemuanya bercabang-cabang rumit sekali.

Kelas *Ammonoidea* mempunyai sejarah yang panjang. Mereka telah muncul di dunia pada zaman Paleozoikum Tengah. Evolusinya juga sangat menarik, di samping banyak di antara mereka merupakan fosil penunjuk yang berharga.

Perkembangan kelas ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

Devon

Pada zaman Devon semua *ammonid* mempunyai sutura bentuk *goniatid.* Dalam zaman ini timbul dua kumpulan *ammonoid* yaitu: golongan *ammonoid* yang mempunyai *siphuncle* di bagian ventral dan golongan *ammonoid* yang mempunyai *siphuncle* di bagian dorsal seperti pada keluarga *Clymenidae.* Golongan yang akhir ini punah pada akhir zaman Devon.

Karbon Bawah (*Mississippian*)

Sebagian besar dari *ammonoid* zaman ini mempunyai sutura bentuk *goniatit.* Di samping itu telah mulai timbul pula beberapa *ammonoid* yang mempunyai sutura bentuk *ceratit.*

Karbon Atas (*Pensylvanian*)

Kebanyakan *ammonoid* di zaman ini mempunyai sutura bentuk *goniatit,* sedangkan sutura bentuk *ceratit* mulai berkembang. Sementara itu pada jenis *Uddenites* sudah tampak gejala adanya bentuk sutura *ammonit.* Kebanyakan cangkang zaman ini mempunyai bagian ventral yang lebar.

Perm

Dalam zaman ini kebanyakan *ammonoidea* mempunyai sutura bentuk *goniatit,* tetapi pada zaman inipun sudah mulai timbul *ammonoid* yang mempunyai bentuk sutura *ammonit* yang kompleks.

Trias

Dalam zaman ini bentuk *goniatit* praktis telah lenyap, sedangkan bentuk *ceratit* dan *ammonit* mengganti kedudukannya. Kebanyakan *ammonoidea* dari Trias Bawah dan Tengah mempunyai bentuk sutura *ceratit,* sedangkan golongan *ammonoid* yang hidup di zaman Trias Atas kebanyakan mempunyai sutura bentu *ammonit* yang rumit. Seperti halnya dengan cangkang *ammonoidea* pada zaman Paleozoikum, maka kebanyakan dari hewan ini yang

hidup di zaman Trias Bawah mempunyai cangkang yang licin saja. Sebaliknya *ammonoidea* yang hidup di zaman Trias Tengah dan Trias Atas kebanyakan mempunyai cangkang yang penuh dihiasi dengan duri, tonjolan, galengan, igir (*keel*), dan lain sebagainya. Pada zaman Trias Atas, mulai timbul adanya cangkang yang terurai putarannya (*uncoiled*) dan juga cangkang yang spiral konus (*conispiral*) atau trokhoid (*trochoid*).

Jura

Pada zaman ini hanya diketemukan cangkang yang mempunyai sutura bentuk *ammonit* saja. Di samping itu kebanyakan cangkangnya pun penuh dengan hiasan. Cangkang yang terurai tidak diketemukan di zaman Jura Bawah, tapi cangkang yang demikian diketemukan kembali dalam lapisan Jura Atas.

Kapur

Zaman ini ditandai dengan cangkang *ammonoid* yang beraneka ragam bentuknya. Lapisan Kapur Bawah mengandung cangkang yang *involut,* terurai, dan yang berbentuk huruf U. sedangkan pada pertengahan hingga akhir Kapur diketemukan cangkang dengan bentuk spiral konus (*conispiral*), lurus, atau cangkang yang terputar tidak teratur. Semua *ammonit* yang rumit tapi di samping itu ada tanda penyederhanaan dari garis sutura tersebut. Pada zaman Kapur Bawah dan Kapur Atas beberapa *ammonoid* malahan berbalik lagi memiliki garis *ceratit* (sekunder), dan bahkan beberapa jenis garis suturanya mendekati bentuk *geniatit.* Akan tetapi penyederhanaan garis sutura ini tidak berlaku bagi semua *ammonoid,* sebab banyak dari mereka malahan mempunyai bentuk *ammonit* yang sangat rumit. Yang sangat menyolok ialah bahwa pada akhir zaman Kapur semua golongan *ammonoid* dan *belemnoidea* penuh sama sekali.

C. Subklas *COLEODEA*

Cangkang *Coleodea* lurus dengan dua buah insang. Tentakel berjumlah 8 atau 10 buah. Rangka berada di dalam atau tidak mempunyai sama sekali. Yang termasuk subklas ini adalah *Spirula* yang masih hidup sekarang. *Belemnites* yang telah punah, *Sepia, Argonauta* (*Octopoda*). Dari subklas ini ada 4 ordo, yang 1 di antaranya telah punah sedangkan 3 lainnya masih hidup hingga sekarang, sebagai berikut:

1. Ordo *Belemnoidea*
2. Ordo *Sepioidea*
3. Ordo *Tenthoidea*

4. Ordo *Octopoda*

Dari keempat ordo tersebut hanya ordo *Belemnoidea* yang punah dan akan dibicarakan.

Ordo *Belemnoidea*

Di antara *Coleodea* yang terpenting untuk keperluan stratigrafi ialah golongan *Belemnoidea.* Golongan ini mempunyai sepasang insang dan tangan (tentakel) berjumlah 8 buah yang diperlengkapi dengan banyak mangkok pada bagian dalam dari tangan tersebut. Rahangnya tidak terbuat dari bahan keras dan karenanya jarang sekali tersimpan sebagai fosil. Golongan ini selalu mempunyai *kantong tinta* dari mana tinta dikeluarkan jika hewan itu sedang marah atau mau melarikan diri. Mata yang sangat baik perkembangannya. Cangkangnya ada di bagian dalam dari hewan tersebut dan terdiri atas 3 bagian: *rostrum, phragmacone* dan *pro-ostracum*.

Rostrum adalah padat (*massif*) dan terbuat dari bahan kapur serta biasanya lebih baik dan sering tersimpan dari pada bagian lainnya. Bentuknya dapat seperti silinder, lisong (*cerutu*), kerucut, atau fusiform. Ujung rostrum yang satu runcing sedangkan ujung lainnya mengandung sebuah cekungan yang berbentuk kerucut yang disebut *alveola.* Rostrum ini terdiri dari lapisan $CaCO_3$ dan tiap lapisan tersebut terdiri atas banyak kristal kecil dari kalsit yang letaknya tegak lurus pada garis sumbu, sehingga dengan demikian didapatkan pancaran serat yang radimer pada sayatan melintang. Dari ujung *alveola* ke ujung rostrum terdapat sebuah garis yang menunjukkan letak dari sumbu garis ini yang disebut gari *apikal (apical line).* Letak dari garis sangat penting untuk keperluan klasifikasi.

Pragmacone berbentuk suatu kerucut yang mengisi ruangan *alveola* dan terbagi dalam banyak kamar oleh sekat (*septum*). Sekat ini agak cekung sedikit dan ditembus oleh *siphuncle* di bagian pinggir. Pada ujung *pragmacone* terletak cangkang muda (*protoconch*) terbuat dari bahan kapur yang berbentuk bola (*globular*) atau bulat lonjong (*avoid*). *Pragmacone* itu dapat disamakan dengan seluruh cangkang dari golongan *neutiloidea* atau *ammonoidea*. Melihat bentuk dan susunan garis suturanya maka *Belemnit* kadang-kadang mirip dengan *Orthoceras.* Dinding dari *pragmacone* tipis sekali.

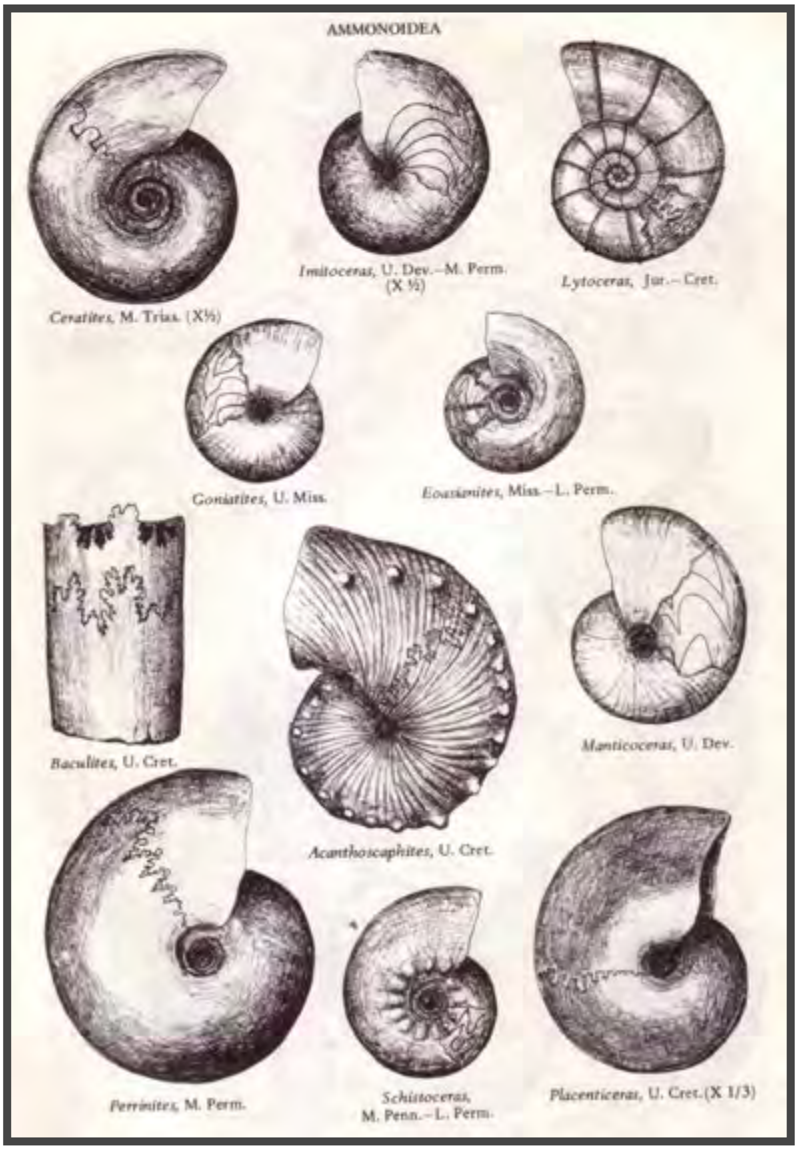
Pro-ostractum merupakan pertumbuhan *phragmacone* ke arah muka. Bagian ini berupa sebuah bidang yang menjulur ke muka dari ujung *phragmacone* tersebut. Kepala dari *Belemnit* terletak langsung di muka *Pro-ostractum* itu. Ordo *balemnoidea* mencapai puncak perkembangannya pada zaman Trias Bawah hingga zaman Kapur Atas. Pada akhir zaman

Kapur ia musnah sama sekali. *Belemnit* merupakan fosil penunjuk yang baik untuk zaman Jura. Contoh ordo ini antaranya sebagai berikut:

a. Genus *Belemnitella* : *rostrum silinder*, mempunyai sebuah garis *apikal* di bagian bawah dari *alveolus*.

b. Genus *Phynchothentes*

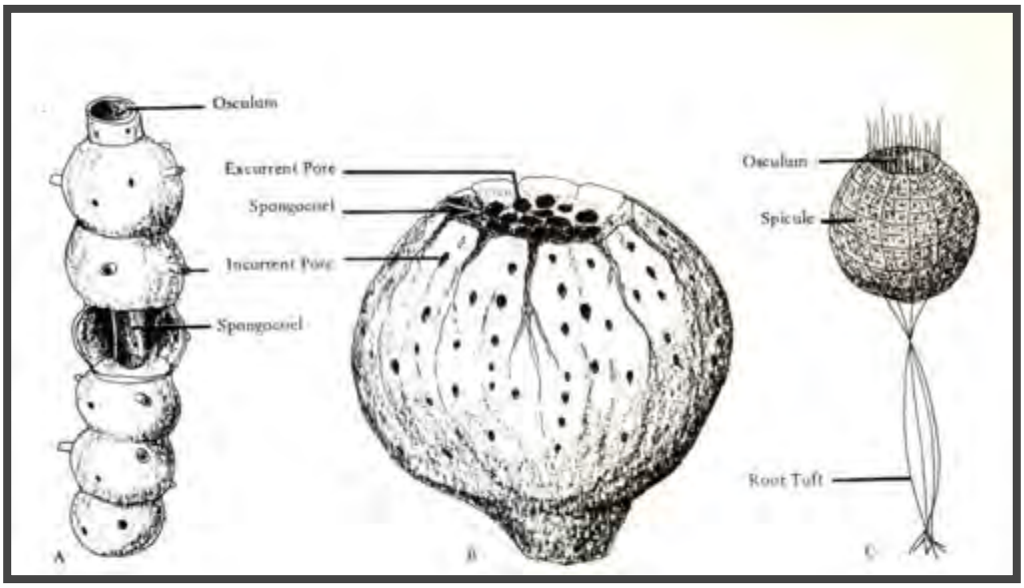
c. Genus *Phyncholites*



Gambar 3.9. Fosil-fosil golongan AmmonoideaSumber : Interpreting earth history Morris s. petersen

3.2. FILUM PORIFERA

Filum *Porifera* termasuk hewan yang bersel banyak serta mempunyai susunan yang paling sederhana. Perkataan *Porifera* berasal dari perkataan lain *porus* artinya lubang kecil dan *ferre* artinya membawa, jadi *Porifera* adalah hewan yang dinding tubuhnya berlobang-lobang ataupun memiliki saluran-saluran. Contoh yang terkenal dari hewan ini adalah sponsa. *Porifera* mempunyai kisaran hidup yang panjang sekali yaitu mulai dari Kambrium sampai sekarang malahan besar kemungkinannya bahwa hewan ini telah muncul di zaman geologi sebelum Kambrium.



Gambar 3.10. Morfologi porifera. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen

Lingkungan Hidup

Kelompok hewan ini hidupnya terutama pada dasar laut dan tertambat (*sessile*). Mereka merupakan penghuni yang khusus hidup dalam lingkungan hidup aquatik, terutama di lautan dan sering dijumpai dalam kelompok ataupun koloni yang besar. Golongan ini sangat sedikit yang hidup di lingkungan air tawar dan bila ada kebanyakan hanya hidup di danau-danau.

Bentuk Binatang

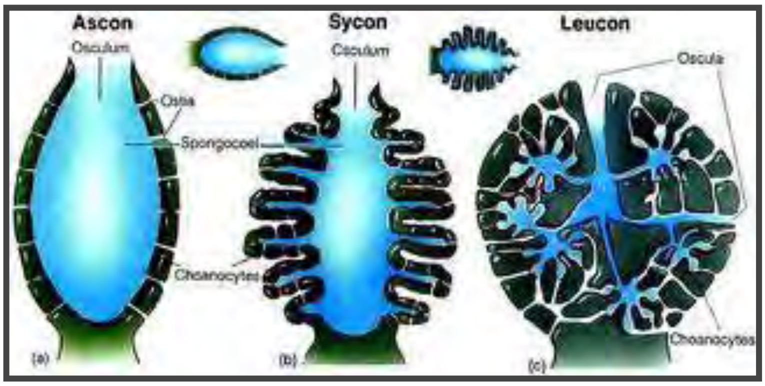
Struktur tubuhnya sangat sederhana dan tersusun atas sejumlah sel kecil-kecil yang telah mengadakan pembagian fungsinya.

Hewannya sendiri dapat mencapai ukuran 2 mm sampai 2 dm dan bentuknya beraneka ragam, dapat berbentuk silinder, bulat, prisma, ataupun seperti cawan. *Porifera* yang paling sederhana mempunyai bentuk seperti pot kembang (*vase shape*) dengan alasnya melekat pada dasar laut atau benda lainnya. Seluruh permukaan luar dari tubuhnya dihiasi dengan lubang-lubang kecil yang dinamakan *oistia*. *Oistia* ini adalah lubang atau suatu saluran yang mengalirkan air dari luar tubuh ke dalam ruangan tengah (*central cavity*) dari hewan bersangkutan. Ruangan tengah ini disebut *spongocoel*, dan dari sini air keluar melalui osculum (yang terletak pada bagian atas dari tubuhnya).

Dinding tubuhnya terdiri dari dua lapisan sel. Lapisan yang di luar disebut ectoderm (epidermis) dan terdiri dari sel-sel pipih yang berkewajiban melindungi berbagai bagian di bawahnya sedangkan sel-sel yang di dalam disebut endoderm (gastrodermis) yang melapisi ruang tengah dan bagian berbagai saluran. Endoderm terdiri atas sel-sel berbentuk prismatis yang melapisi dinding dari *spongocoel* dan juga sebagian dari dinding saluran.

Dalam endoderm tersebut terdapat sel-sel yang mempunyai bulu-bulu (*flagel*) yang disebut *choanocyt*. Dengan cara menggerak-gerakkan bulu-bulu tersebut maka air yang mengandung makanan dan zat asam mengalir dari luar masuk melalui saluran terus sampai ke dalam *spongocoel*, kemudian di sini makanan dan O_2 yang terdapat dalam air tersebut diambil oleh sel-sel endoderm dan akhirnya air yang sudah tidak mengandung makanan akhirnya ke luar melalui *osculum*.

Ruangan di antara *endoderm* dan *ectoderm* diisi oleh *mesenchym* (*mesoglea*), yaitu sejumlah sel berbentuk *amoeba* yang dapat bergerak dengan bebas, serta berkewajiban mengangkut makanan dan membuang berbagai kotoran keluar. Sel-sel ini juga membentuk sel untuk perkembangbiakan, dan membentuk jarum-jarum penguat tubuh yang disebut *spicula* yang berfungsi sebaga karangka.



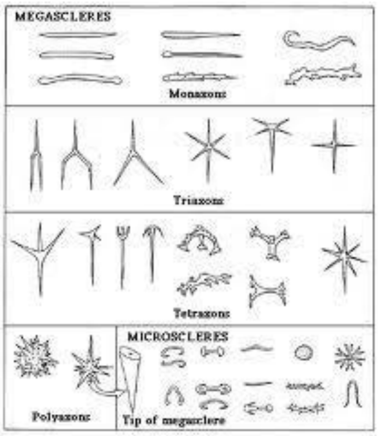
Gambar 3.11. Berbagai tipe *Porifera*. Sumber : www.cabrillo.edu

Macam-Macam Spicula

Dalam mengenal berbagai fosil *Porifera,* pertama-tama yang penting adalah meneliti bentuk kerangka yang memperkuat tubuhnya terdiri dari jarum-jarum (*spiculae*). Berbagai jarum ini dibentuk oleh *meseachym* serta oleh sel *scleroblast*. Jarum dapat terbuat dari silika, dan kalsium karbonat yang tumbuh menjadi satu untuk membentuk suatu kerangka kuat yang baik untuk fosilisasi. Pada proses *pemfosilan,* silika dapat diganti dengan gamping atau sebaliknya. *Spicula* yang mempunyai bentuk bermacam-macam sangat penting artinya untuk pembagian klas kelompok hewan ini.

Spicula pada umumnya dapat dibedakan menjadi (Gambar III-12)

a. *Spiculae monakson (monaxone)* : bentuknya menyerupai jarum lurus .
b. *Spiculae triakson (triaxone)* : bentuknya menyerupai trisula dan mempunyai tuga sumbu yang berpotongan satu dengan yang lain tetapi umumnya terdiri dari enam jarum.
c. *Spiculae tetrakson (tetraxone)* : Bentuknya terdiri dari empat jarum yang membuat sudut yang sama besarnya. Tiga diantara jarum tersebut terletak pada satu bidang sedangkan satunya lagi tegak lurus padanya. Keempat jarum itu sama panjangnya, tetapi biasanya salah satu lebih panjang dari lainnya, serta kadang-kadang dua atau tiga jarum tidak tumbuh .
d. *Spiculae poliakson (polyaxone)* : merupakan *spiculae* yang terdiri dari banyak jarum terpencar dari satu pusat .
e. *Spiculae heterakson (heteraxone)* : *Spiculae* terdiri dari banyak jarum-jarum yang tidak beraturan.



Gambar 3.12. Berbagai macam *Spicula.* Sumber : www. palaeos.com

Perkembangbiakan

Golongan *Porifera* mempunyai dua macam perkembangbiakan. Satu dengan jalan perkawinan dan yang kedua dengan cara pembelahan. Perkembangbiakan secara perkawinan dapat terjadi dalam *menencym* dihasilkan dari pertemuan sel betina dengan sel jantan. *Embriyo* tersebut dikeluarkan ke *spongiocoel* untuk kemudian keluar melalui *osculum*. Periode kejadian ini disebut periode larva. Larva ini mempunyai sebuah cambuk (*"cilia"*), dan dapat berenang dengan bebas dan kemudian menambatkan diri pada dasar laut atau pada benda lain sampai menjadi binatang dewasa. Sebaliknya pada perkembangbiakan cara aseksuil maka hal itu terjadi seperti pada tumbuh-tumbuhan, yaitu dengan cara bertunas.

Klasifikasi

Porifera dapat dibagi menjadi tiga klas utama. Pembagian itu didasarkan atas jenis bahan yang menyusun *spicula*, terutama pada klas *Calcarea* dan klas *Hyalospongia*. Klas *Pleosongia* terdiri dari *sponsa* primitis yang hanya hidup pada zaman Kambrium.

Klas *Calcarea* atau *Calcispongiae*

Klas ini muncul dari Kambrium sampai Resen. *Sponsa* mempunyai *spicula* terbuat dari zat gampingan. Klas ini dapat dibagi menjadi :

Ordo *Heterocoela* : Contohnya genus ialah *Girtyocoelia* yang banyak dijumpai dalam lapisan berusia Pennsylvanian. *Sponsa*nya adalah tipe *leucon* yang terdiri atas sebaris bulatan-bulatan yang dipisahkan dari lainnya oleh leher yang pendek.

Ordo *Homocoela* : Contohnya genus *Grantia* yang hidup dalam lautan zaman sekarang. Spnsanya termasuk tipa *ascon*. Bentuknya seperti pot kembang.

A. Klas Hyalospongia / Hexactinellida

Umumnya disebut juga sponsa gelas (*Glass songe*). Tubuhnya mempunyai spicula terbuat dari silika dan berbentuk heksakson (*hexaxone*). Kerangkanya seperti gelas dengan spiculae memancar. Klas ini dapat dibagi menjadi dua ordo yaitu :

Ordo *Lussacina* : Merupakan sponsa dengan kerangka *lyssacine*. Contohnya genus Hyalonema *Euplectella* dan *Hydnoceras*.

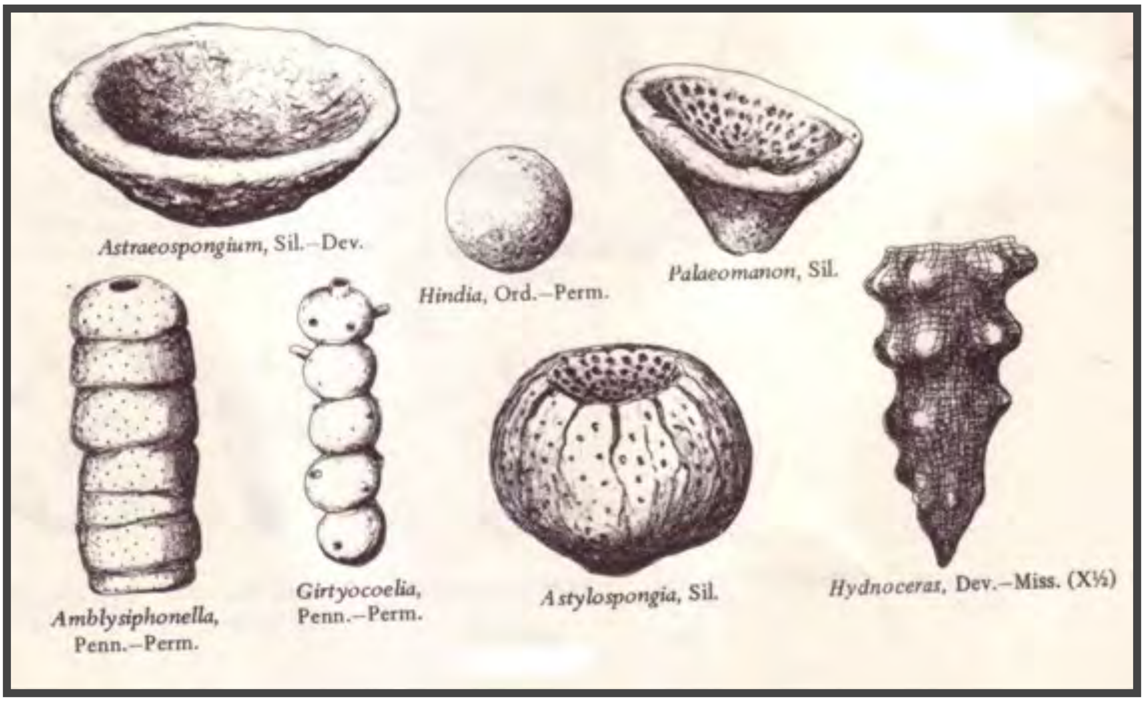
Ordo *Dictyonina* : Muncul dari Trias sampai Resen Sponsa yang mempunyai spiculae heksakson (hexaxone) yang teratur. Contohnya genus *Ventriculites* dan *Hexactinella*.

B. Klas Pleospongea

Dijumpai pada periode Kambrium Sponsa menyerupai koral berbentuk konis. Dinding tumbuhnya berlubang halus. Contohnya seperti genus *Archeocyathus* di zaman kambrium dan genus *Asterospongea* dari Silur Sponsanya berbentuk sebagai piringan sedangkan sinculue bentuknya poliakson (*Polyaxon*).

C. Klas Demospongia

Spicoelnya terbuat dari zat silika. Kadang-kadang bentuknya berserabut, binatangnya bertipe Leuconoid. Klas ini dapat dibagi menjadi tiga ordo yaitu ordo *Tetratinellida,* ordo *Monotonita* dan ordo *Feratosa*.



Gambar 3.13. Berbagai contoh *Porifera*. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen

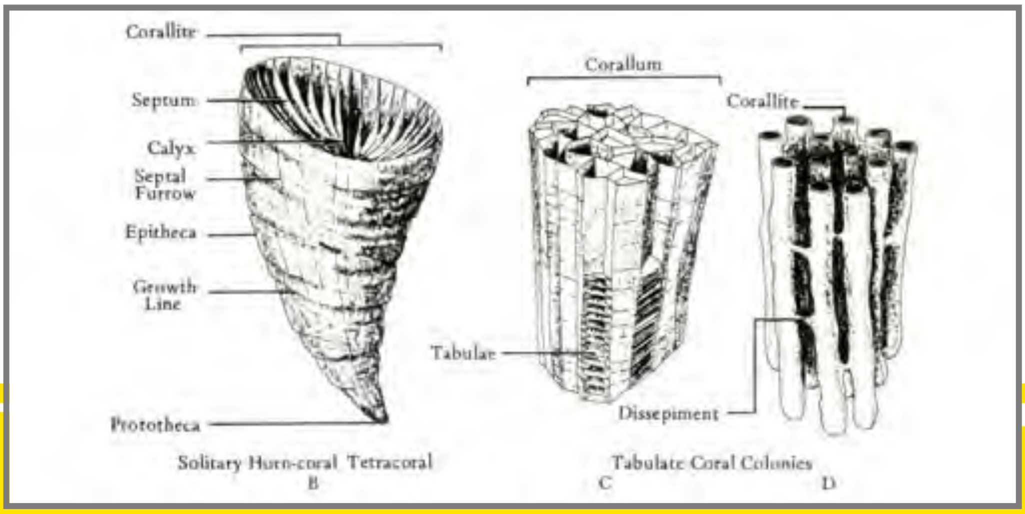
3.3. FILUM COELENTERATA

Filum Coelenterata terdiri dari segolongan invertebrata yang sangat besar jumlahnya serta sangat beraneka ragam dalam bentuknya, dan sebagian daripadanya ada yang telah punah. Istilah Coelenterata diambil dari perkataan Junani, *koilos* yang berarti lubang dan *enteron* berarti jeroan. Dengan ini dimaksudkan bahwa kelompok hewan ini ditandai oleh rongga yang terdapat dalam tubuhnya.

Golongan *Coelenterata* semuanya mempunyai :

a. Simetri radial atau biradial sepanjang sumbu oral yang dimulai dari mulut sampai dasarnya.
b. Dindingnya terdiri dari dua lapis sel. Lapisan sel yang luar disebut epidermis dan lapisan dalam disebut endodermis. Khas dimiliki oleh golongan ini adalah sel-sel *nematocycts*, yaitu sel yang digunakan untuk menangkap mangsa dan juga dipakai untuk mengangkut makanan dan membuang kotoran serta sisa makanan yang tidak tercernakan.
c. Mulutnya dikelilingi oleh tentakel-tentakel.
d. *Coelenteron* atau semacam kantong yang dilapisi oleh endodermis.
e. Berbagai jaringan urat daging.
f. Rangkanya terbuat dari bahan tanduk (khitin) atau gampringan.
g. Berkembangbiak secara seksuil atau seksuil.

Sebagian besar dari hewan ini hidup dalam air laut dan hanya beberapa jenis saja yang hidup dalam air tawar. *Coelenterata* dapat hidup berkoloni ataupun soliter. Binatangnya sendiri dinamakan polip. Polip ini tertutup pada alasnya dan terbuka pada bagian atasnya. Pada bagian atas terletak mulutnya yang dikelilingi oleh tentakel-tentakel yang dilapisi oleh sel-sel *nematocycts*. *Stomadeum (gullet)* adalah rongga yang menghubungkan mulut dengan *celenteron*. Rangka yang gampingan atau terbuat dari zat khitin dihasilkan oleh epidermis.



Gambar 3.14.Morfologi *Coelenterata*. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen

Klasifikasi

Didasarkan atas perbedaan sejarah perkembangan hidupnya, perbedaan dari berbagai bagian yang lunak dari tubuhnya, cara perkembang-biakannya, struktur dan hiasan dari rangka luarnya serta atruktur kerangka dalam maka filum *Coelenterata* dibagi menjadi beberapa klas yaitu :

A. Klas Hydrozoa

Golongan ini muncul dari zaman Kambrium sampai Resen. *Hydrozoa* merupakan inverteberata yang sangat umum dijumpai dimana-mana baik di dasar laut danau ataupun di sungai. Meskipun demikian fosilnya sedikit sekali dijumpai. Hal ini mungkin disebabkan karena golongan ini mempunyai kerangka yang terbuat dari bahan yang kurang resisten. Contohnya dari yang terbuat dar bahan yang kurang resisten. Contohnya dari *Hydrozoa* antaranya genus *Hydra*, genus *Obelia* dan genus *Millepora*. Klas *Hydrozoa* dibagi menjadi beberapa ordo antara lain :

Ordo Hydroida	: Kambrium-resen
Ordo Hydrocorallina	: Trias-resen
Ordo Trachylina	: Resen tidak dijumpai fosilnya
Ordo Siphonophora	: Resen tidak dijumpai fosilnya

B. Klas Stromatoporoidea

Merupakan suatu golongan *Coelenterata* pembentuk terumbu yang telah punah. Klas ini muncul pada periode Kambrium sampai Kapur. Hidupnya di laut menyerupai koral dan dapat membentuk lapisan yang tebal atau terumbu gampingan yang tebal dan berlapis-lapis. Stromatoporoidea sering diketemukan bersama-sama dengan koral *paleozoikum* terutama dalam batuan Silur dan Devon.

Stromatporoidea mempunyai dua macam koloni dan dapat dibedakan satu dari yang lain, yaitu *hidrozoida (hydrozoid)* dan *beatricoida (beatricoid)*. *Beatricoida* biasanya berbentuk tabung dengan permukaan luarnya tidak begitu rata dan sumbu tengahnya berbentuk tabung pula dibagian dalamnya. Sedang bentuk *hidrozoida* merupakan suatu koloni yang

masif, pipih atau membuat dengan permukaan atasnya berbuku-buku (*nodose*). Koloninya berhubungan satu dengan lainnya melalui suatu alas yang gampingan dan kuat serta tebal yang disebut *Coenosteum*. Saluran kecil-kecil (*canaliculus*) menembus strukturnya yang mungkin gunanya untuk melayani perhubungan antara koloni satu dengan koloni yang lain.

C. Klas Anthozoa

Anthozoa adalah golongan Coelenterata yang penting dan merupakan golongan yang hidup secara soliter ataupun koloni. Umumnya mereka hidup dalam lautan tropis dengan kedalaman rata-rata 100 m. Klas ini mencakup golongan koral dan "sea anemone". Koral membentuk rumah yang gampingan, sedang "sea anemone" tidak mempunyai rumah sama sekali.

Binatangnya sendiri (polip) mempunyai tubuh seperti batang. Mulut ada di bagian atas dan dikelilingi oleh sebaris sel penangkap mangsa (tentakel). Coelenteron dilapisi oleh endoderm dan dibagi atas beberapa kamar oleh sekat-sekat tegak lurus (septa) yang memancar dari pusat. Bagian luar dari binatang dilapisi oleh sel-sel ectoderm dan membentuk suatu cangkang (test atau theca) yang berbentuk tabung. Terutama pada jenis yang hidup soliter, theca dapat tumbuh dengan baik.

Kadang-kadang sebagian dari tubuh polip itu keluar menutupi pinggiran atas dari theca lalu kemudian membentuk bahan gampingan, sehingga dengan demikian terbentuklah dinding tambahan yang terlipat-lipat di atas theca tersebut yang disebut epitheca.

Koral yang hidup berkoloni dapat membentuk peritheca, yaitu suatu endapan gampingan diantara masing-masing theca yang dihasilkan oleh anggota-anggota koloni itu supaya theca-theca tumbuh kokoh menjadi satu.

Selain septa juga dijumpai sekat-sekat horizontal yang memotong seluruh septa-septa tersebut dan disebut tabulae.

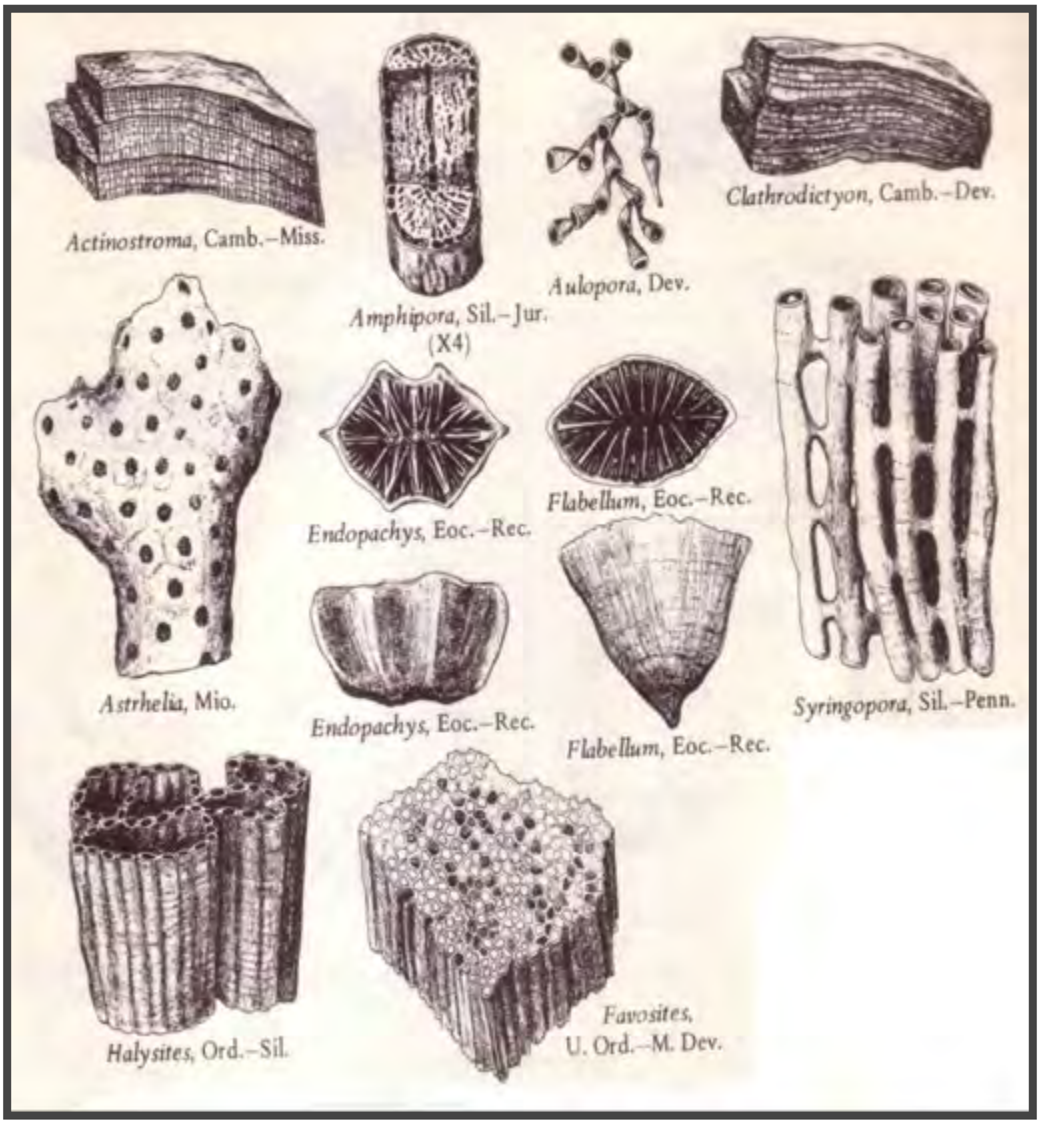
Satu cangkang dari koral disebut koralis (corralite) yang pada puncaknya memiliki sebuah lekukan disebut calyx. Pada masa hidupnya calyx ini ditempati oleh binatangnya. Di tengah-tengah calyx ada sebuah struktur yang menyerupai tiang terbuat dari bahan gampingan menjulang ke atas. Tiang penguat ini disebut collumella.

Kebanyakan koral berkembang biak dengan jalan bertunas. Tunas-tunas ini tidak terlepas dari induknya, sehingga lama kelamaan membentuk koloni. Dalam

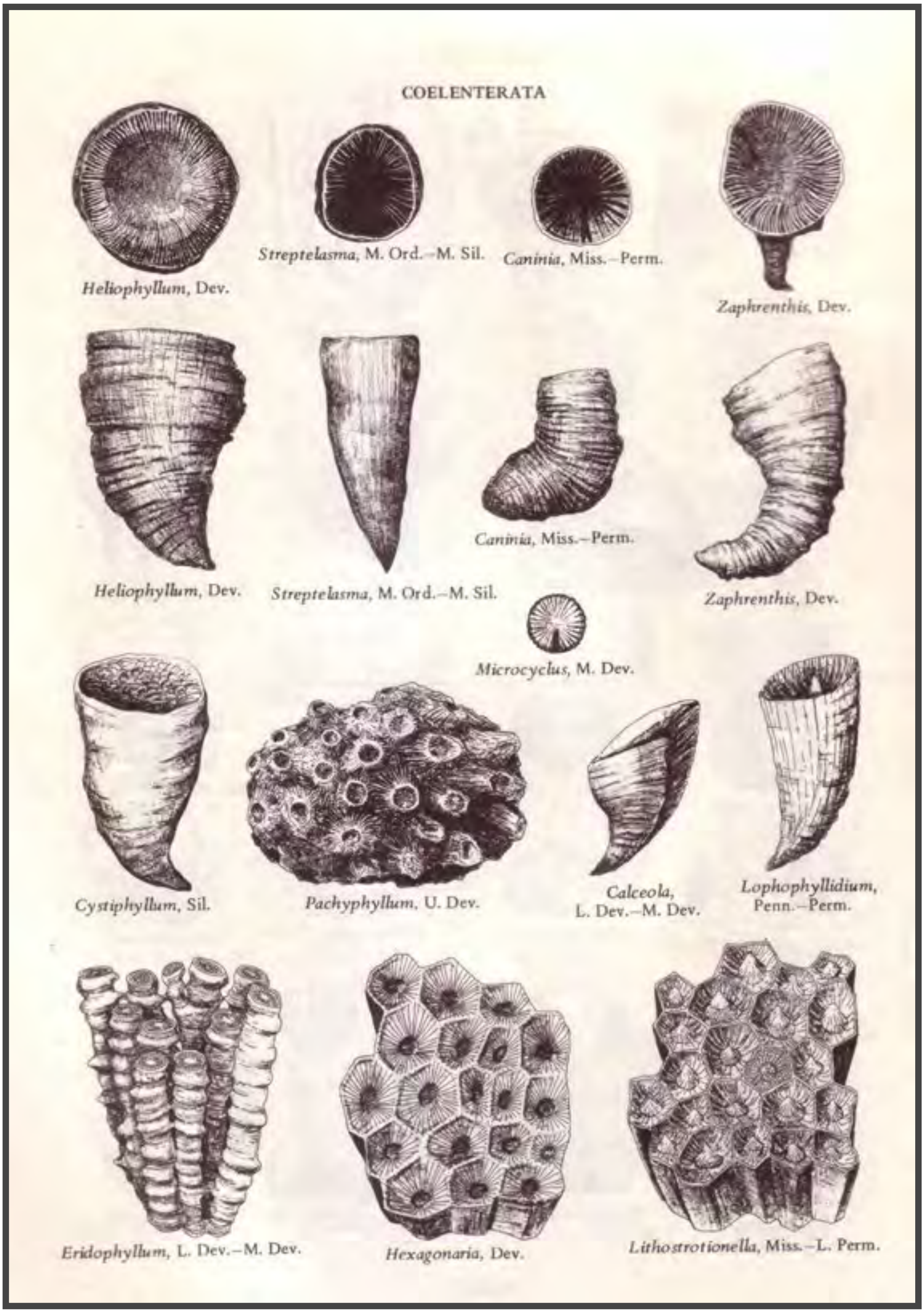
perkembangbiakan secara seksual sel-sel perkembangbiakan ini dapat berenang dengan bebas dan akhirnya memilih tempat melekat pada dasar laut sampai menjadi binatang dewasa.

Klas Anthozoa dapat dibagi menjadi :

- Subklas Tetracorallia contoh genus diantaranya *Microcyclus, Zaphrintes, Calceola.*
- Subklas Octocoralia : contoh genusnya diantaranya *Favoisites, Halysites dan Pleurodictum*.
- Subklas Hecacorallia : contoh genusnya *diantaranya Lithophylia, Meandrina, Goniastrea* dan *Confusastrea.*



Gambar 3.15. Berbagai contoh *fosil coelenterata*. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen



Gambar 3.16. Berbagai contoh *fosil coelenterata*. Sumber : Interpreting earth history

Morris s. Petersen

3.4. FILUM BRACHIOPODA

CIRI-CIRI

Brachiopoda merupakan golongan hewan yang pernah memegang peranan penting di zaman lampau, terutama pada zaman Paleozoikum hingga Resen. Kelompok hewan ini pernah digolongkan bersama dengan *Bryozoa* menjadi satu filum yang disebut *Molluscoidea*. Penggolongan ini didasarkan atas adanya *lophophore* pada kedua golongan. Tetapi karena kemudian ternyata bahwa kedua *lophophore* pada *brachiopoda* sangat berbeda dengan yang ada pada *bryozoa,* dan pula karena morfologi kedua golongan sangat jauh berbeda, maka masing-masing akhirnya dipisahkan menjadi filum sendiri-sendiri. Semula diperkirakan bahwa *lophophore* adalah tangan atau suatu alat tubuh untuk bergerak ataupun berjalan, oleh sebab itu hewan tersebut dinamakan *brachiopoda*. Nama *brachiopoda* diambil dari perkataan Junani *brachion* yang berarti lengan, dan *pous* atau *podos* yang artinya kaki. Dalam hubuangan ini mula-mula dikira bahwa lengan tersebut fungsinya sebagai kaki, seperti halnya pada *molluska*.

Brachiopoda khas merupakan binatang *benthos* yang memiliki cangkang berkelopak dua yang tidak sama besarnya. Mereka terutama hidup di laut meskipun beberapa diantaranya dapat hidup di air payau. Tubuhnya tidak berusa, cangkang dapat terbuat dari bahan gampingan (*calcareous*) atau khitinofosfat (*chitmophosphatic*), besimetri bilateral, dan pada muka dalamnya dilapisi oleh selaput tipis disebut selaput mantel. *Brachiopoda* yang dewasa menambahkan dirinya pada dasar laut dengan menggunakan alat disebut gagang (*pedicle*). Alat ini keluar dari sebuah lubang yang terletak pada ujung posterior salah satu kelopaknya. Lubang itu disebut lubang gagang (*pedicle opening*) atau juga dinamakan *delthyrium*. Kelopak yang mengandung *delthyrium* disebut kelopak gagang (*pedicle opening*) atau kelopak ventral (*ventral valve*), sedangkan kelopak yang lainnya disebut kelopak lengan atau kelopak *brachium (brachial valve)* atau juga kelopak dorsal (*dorsal valve*).

BAGIAN TUBUH

Suatu alat yang khas dimiliki oleh *brachiopoda* adlaah lengan (*brachium*) yang dua buah jumlahnya dengan bentuk yang bermacam-macam. Pada masa hidupnya lengan tersebut dilengkapi dengan rambut getar.

Pada beberapa jenis *branchium* mempunyai rangka dalam (*branchidium*) yang terbuat dari bahan gampingan. Lengan terletak di suatu rongga disebut rongga mantel atau rongga

branchium, yaitu suatu rongga yang berada di antara selaput mantel. Rongga ini pada masa hidupnya selalu terbuka dan karena pergerakan tangan serta *cilium* terjadilah aliran air yang membawa zat asam dan makanan ke dalam rongga tersebut. Makanan dialirkan ke mulut dan dari mulut melalui *oesophagus* (kerongkongan) masuk ke perut dimana makanan dicerna dengan bantuan kelenjar pencerna yang terdapat dibagian dorsal dari perut. Makanan yang tidak tercernakan keluar kembali melalui lubang dubur (anus) ke rongga mantel.

Kedua kelopak cangkang pada bagian ventral berhubungan satu sama lain dengan menggunakan engsel yang terdiri atas gigi (*tooth*) dan lubang gigi (socket). Beberapa kelompok tidak mempunyai engsel semacam ini. Golongan yang mempunyai engsel dimasukkan ke dalam kelompok *Inarticulata*.

Otot yang membuka dan menutup kelopak disebut otot aduktor (*adductor muscle*), sedangkan otot yang digunakan untuk menarik dan mengeluarkan gagang (pedicle) disebut otot ajustor (*ajustor muscle*). Kedua macam otot ini meninggalkan bekas pada muka dalam dari kelopak berupa beberapa cekungan dangkal yang tidak teratur letaknya serta mempunyai bentuk khas untuk masing-masing jenis.

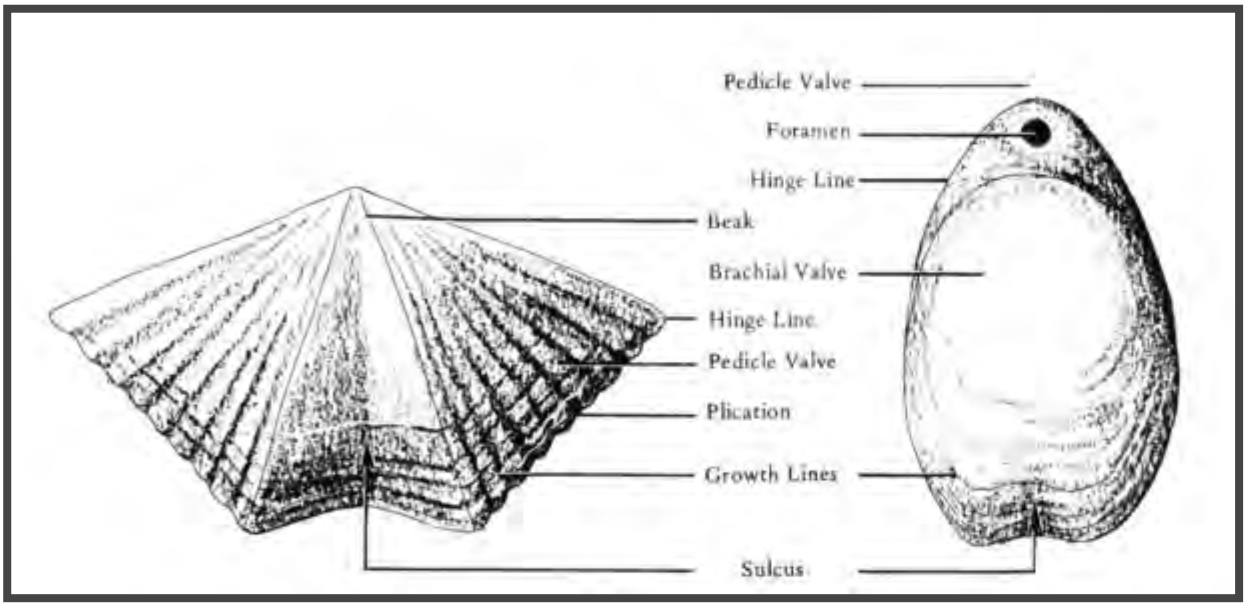
Bagian cangkang yang dibentuk mula-mula disebut paruh (*break, apex*) sedangkan bagian yang langsung terletak di bagian belakangnya disebut pusar (umbo). Diantara paruh dengan garis engsel biasanya ada suatu bagian yang datar berbentuk segitiga. Bagian ini disebut dataran utama (*cardinal area*). Di dataran dari kelopak ventral inilah terletak *deltyrium*, yaitu lubang berbentuk segitiga dari mana gagang (*pedicle*) ke luar. Suatu lubang yang bentuknya sama dengan *delthyrium* tetapi terletak di dataran utama dibawah paruh dari kelopak dorsal disebut *nontothyrium*. Baik *delthyrium* maupun *notothyrium* dapat ditutup oleh lempeng yang lebih kecil. Lubang *delthyrium* ditutup oleh sebuah lempeng yang disebut *delthyrium* yang terdiri dari dua buah lempeng *delthyrium*, sedangkan *notothyrium* ditutup oleh lempeng *chilidium* yang terdiri atas dua lempeng *chilidium*. Olah penutupan lempeng-lempeng ini maka bentuk dari lubang gagang menjadi berbentuk bulat.

Pada kelopak ventral dijumpai *delthyrium*, gigi, daun gigi (*dental lamellae*), dan *septum* tengah (*medium septum*). Gigi yang jumlahnya dua buah terletak pada garis engsel di dasar *delthyrium*. Daun gigi menghubungkan gigi dengan permukaan dalam kelopak ventral. Tempat melekat beberapa otot disebut *spondilium*. *Septum* tengah adalah suatu lempeng yang membantu menahan *spodilium*.

Pada kelopak dorsal dijumpai *notothyrium*, lubang gigi (*socket*), taji utama (*cardinal process*) dan *brachidium*. Taji utama serupa dengan *spondilium* dan merupakan sebuah galengan yang gunanya untuk tempat melekatnya otot aduktor (*adductor muscle*).

Bentuk *brachidium* dapat sederhana atau rumit. Yang sederhana berbentuk sebagai *brachiophore* atau curra, yaitu suatu tonjolan yang pendek dan kuat muncul dari daerah paruh (*beak*) pada pinggiran *notothyrium*. *Brachidium* yang rumit terdiri atas curra, lamel primer (*primary lamellae*), dan juga *jugum* seperti diketemukan pada golongan *Toltremata*. Kadang-kadang *brachidium* dapat membentuk putaran tertutup atau putaran spiral, dalam hal ini disebut *spiralis*. *Brachiopoda* yang mempunyai *brachidium* spiralis yang terletak di bagian dorsal dari lamel primer dan menunjuk ke arah kiri dan kanan (lateral), disebut *spiralis spirifer*. *Brachidium* macam ini khas terdapat pada genus *Spirifer*. Jika spiralis terletak di bagian ventral dari lamel primer maka disebut *spiralis athyris* seperti yang khas terdapat pada genus *Athyris*, jika ujung spiralis menunjuk ke dalam disebut *spiralis atrypa* seperti yang terdapat pada genus *Atrypa*.

Cangkang *brachiopoda* dibentuk oleh kulit mantel dan terdiri dari 3 lapis berturut-turut dari luar ke dalam *periostracum*, lapisan prisma dan lapisan *lamalla*. Permukaan luar dari cangkang dapat dihiasi dengan garis (stria), garis konsentris yang juga menunjukkan garis tumbuh, galengan (*rib*), rusuk (*costa*), dan kadang-kadang pada beberapa genus juga duri (*spine*).



Gambar 3.17. Morfologi Brachiopoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. Petersen

KLASIFIKASI

Klasifikasi *bachiopoda* terutama didasarkan atas :

1. Ada atau tidak adanya engsel.
2. Bentuk engsel.
3. Bentuk *delthyrium.*
4. Bentuk bekas otot.
5. Ada atau tidak adanya lubang-lubang (pori) halus pada muka luar cangkang.
6. Bentuk dan hiasan dari cangkang.

Klas *Inarticulata* (Kambrium – Resen)

Brachiopda dengan cangkang terbuat dari bahan khitinofostat (*clutmphosphatic*), mempunyai lubang anus, tidak mempunyai gigi atau lobang gigi.

Ordo *Artremata* (Kambrium Resen)

Cangkang terbuat dari bahan khitinofosfat (*chitinphosphatic*) lubang gagang (*pedicle*) terdapat pada kedua cangkang, galengan gagang (*pedicle groove*) terdapat dibagian cangkang ventral, pertumbuhan cangkang terjadi dibagian pinggir muka dan lateral dengan bahan yang dibentuk oleh kulit mantel.

Superfamili *Obolacea* (Kambrium Resen)

Genus *Linguala* (Kambrium Resen)

Cangkang berkelopak dua yang biasanya hampir besar, berbentuk lonjong, kelopak licin. Pedicle ke luar diantara kedua kelopak.

Genus *Lingula pracletes* (Mississipian)

Superfamili *Trimerellacea* (Kambrium – Silur)

Ordo *Neotremata* (Kambrium – Resen)

Cangkang terbuat dari bahan khitinofosfat (*chitinophosphatic*) dan jarang yang kapuran (*calcareous*), lubang gagang terletak di kelopak ventral, kelopak dorsal biasanya berbentuk kerucut bulat (*conical*), sedangkan yang central adalah bulat (circular), pertumbuhan cangkangnya terjadi pada seluruh muka pinggirnya.

Superfamili *Peterinacea* (Kambrium – Ordovisium)

Superfamili *Sphonotretacea* (Kambrium – Silur)

Superfamili *Discinacea* (Ordovisium – Resen)

Superfamili *Cianiacea* (Ordovisium – Resen)

Klas *Articulata* (Kambrium – Resen)

Cangkang kapuran tidak mempunyai lubang anus, berengsel yang terdiri atas gigi dan lobang gigi (*socket*), otot tidak begitu rumit, mempunyai *brachium* yang gunanya untuk membantu menahan *lophophora.*

3.2.1. Ordo *Paleotrenata* (Kambrium Bawah – Tengah)

Bentuknya primitif, mempunyai engsel yang tidak baik perkembangannya, memiliki pula *delthyrium*.

Superfamili *Rustellacea* (Kambrium Bawah)

Superfamili *Kutoremacea* (Kambrium Bawah)

Superfamili *Orthocea* (Kambrium Bawah – Devon)

Superfamili *Syntrophicea* (Kambrium Tengah – Devon)

Superfamili *Triplesiacea* (Ordovisium – Silur)

Superfamili *Rhynchonellacea* (Ordovisium Tengah – Resen)

Superfamili *Strophomenacea* (Ordovisium – Resen)

Superfamili *Daimanellacea* (Ordovisuim Tengah - Perm)

Superfamili *Punctospiracea* (Silur – Jura)

Superfamili *Pentameracea* (Ordovisium Tengah – Devon Bawah)

Genus *Pentamerus* (Silur Tengah)

Cangkang besar, bikonveks, patuh dari kelopak ventral panjang dan melengkung melalui kelopak dorsal, garis engsel pendek, dataran utama kecil, *delthyrium* besar dan tinggi, muka luar cangkang licin atau hiasannya tidak begitu baik.

Superfamili *Spiriferacea*

Genus *Spirifer* (Ordovisium – Perm)

Kelopak berserat (*fibrious*) dan licin atau terlipat secara radier atau bergaris, kelopak ventral mempunyai sinus, *delthyrum* jelas, dataran utama besar, garis engsel panjang dan lurus serta menempati bagian lebar yang terbesar.

Genus *Neospirifier cameratus* (Pennsylvanian)

Genus *Atrypa devoniana* (Devon)

Cangkang dorsi-konveks, permukaannya dihiasi dengan garis radier dan konsentris, kadang-kadang mempunyai duri yang berongga, paruh kelopak ventral kecil dan membulat.

Genus *Athyris spiriferoidea* (Devon)

Genus *Mamucronatur* (Devon)

Superfamili *Productacea* (Silur – Perm)

Genus *Chonetes* (Pennsylvania)

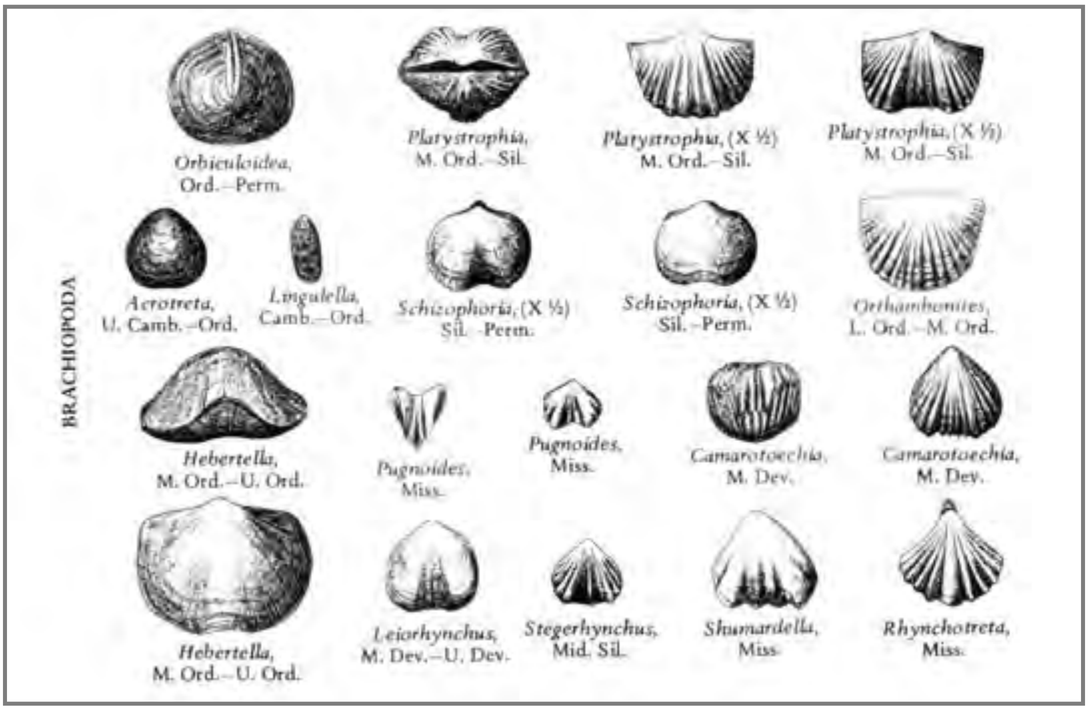
Cangkang pipih, konkavo-konveks atau pianco-konveks, garis engsel panjang dan lurus, dataran utama lebar dan jelas, duri panjang dan berongga serta terdapat sepanjang garis engsel pada kelopak ventral, lobang *delthyrium* hampir seluruhnya ditutupi oleh *delthyrium*, bekas otot besar tampak jelas pada muka dalam kelopak, muka luar dihiasi dengan garis-garis (stria) yang radier dan konsentris.

Genus *Dictyolostus americanus* (Pennsylvanian)

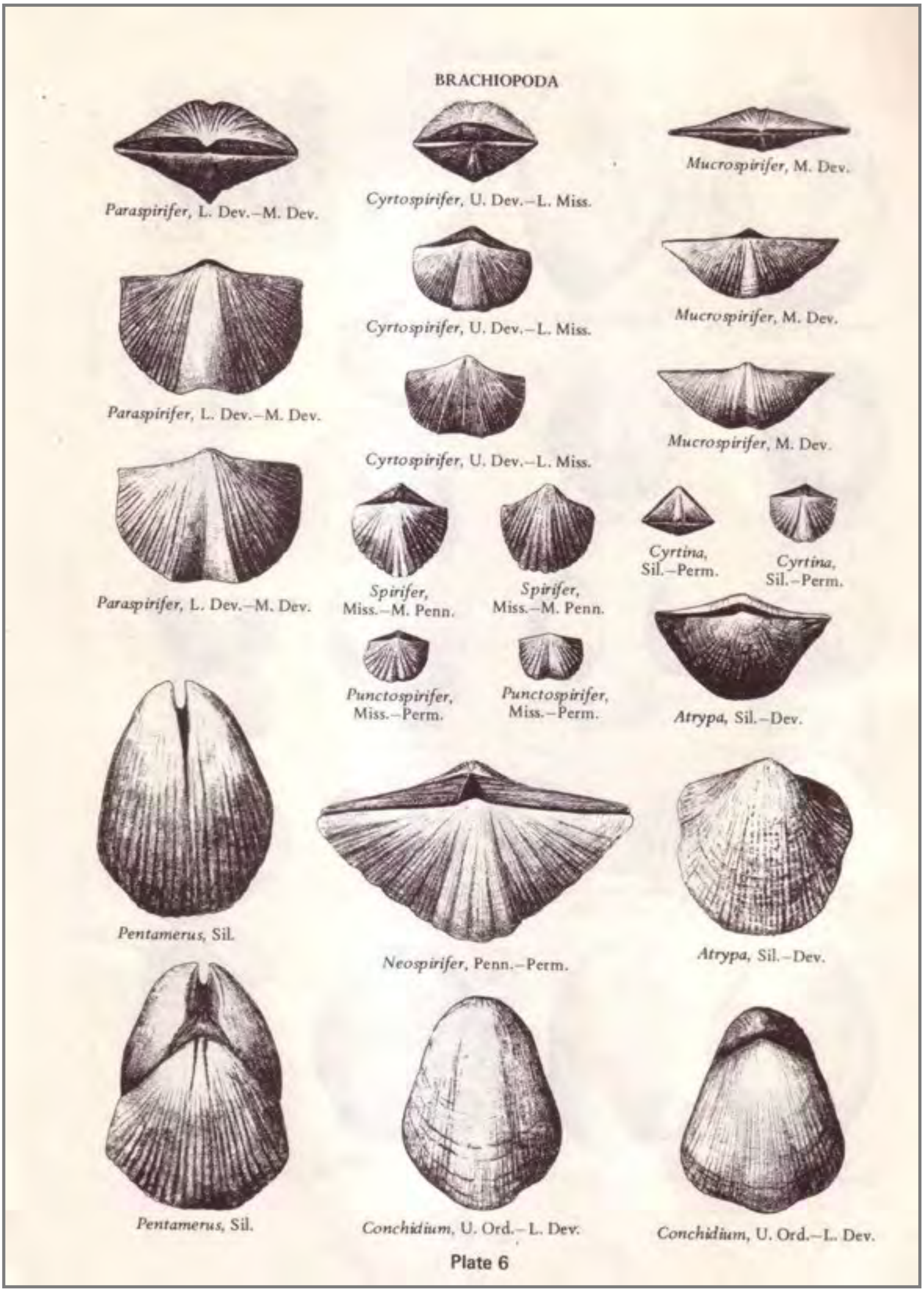
Superfamili *Terebratulacea* (Ordovisium – Resen)

Genus *Telebratula* (Trias – Kapus)

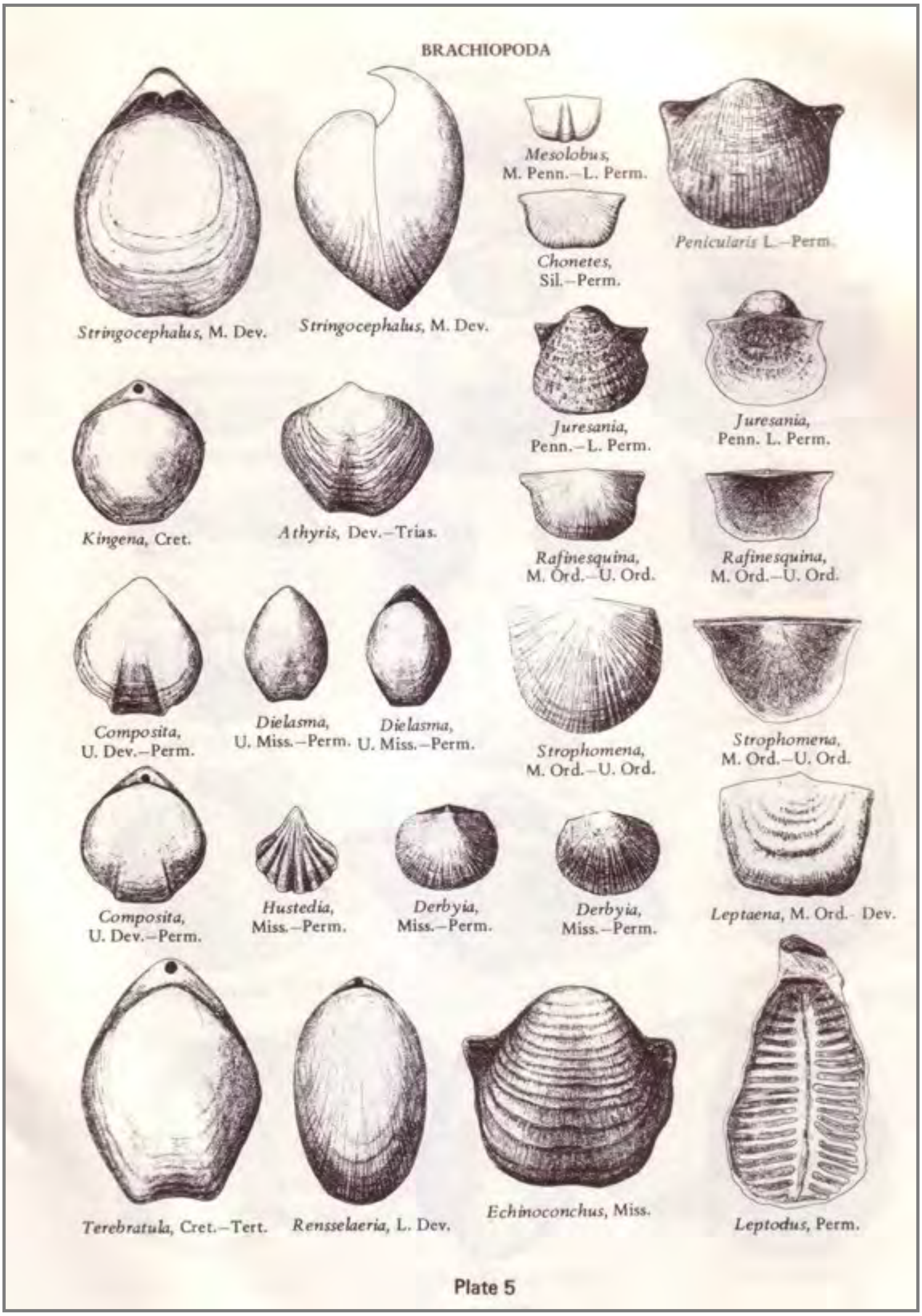
Kelopak licin, jarang memiliki rusuk (*rib*), paruh (*beak*) membulat, lobang gagang (*pedicle*) bulat dan besar, dataran utama kadang-kadang tampak jelas, *bracidium* mempunyai lingkaran (*loop*) yang pendek.



Gambar 3.18.Contoh Fosil Brachiopoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen



Gambar 3.19.Contoh Fosil Brachiopoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen



Gambar 3.20.Contoh Fosil Brachiopoda. Sumber : Interpreting earth history Morris s. petersen

PRAKTEK

Laboratorium :

Siswa melakukan pengamatan fosil gastropoda. Pengamatan dilakukan sesuai dengan format yang telah disediakan.

Contoh Format Pengamatan :

IDENTIFIKASI FOSIL-FOSIL GASTROPODA

Keterangan Gambar :

No :
Genus :
Famili :
Ordo :
Identifikasi :
- Bentuk Fosil :
- Bentuk Aperture :
- Putaran :
- Hiasan :
- Komposisi Cangkang :

Nama :
NIS :

DAFTAR PUSTAKA

1. Aplikasi foraminifera http://harpani.blogspot.com/2012/04/aplikasi-foraminifera.html
2. Cushman,J.A., “Foraminifera Their Classification and Economic Use”, Cambrige, Massachusetts, Harvard University Press, Fourth edition, 1969.
3. http://id.scribd.com/doc/93379597/9-PALEONTOLOGI Pengantar Geologi Copyright@2012 by Djauhari Noor
4. http://www.discoveringfossils.co.uk/whatisafossil.htm
5. Jones, D.J., “Introduction to Microfossils”; Harper & Brothers Publishers, New York, 1956.
6. Moore, R.C., Lalicker, C.G., dan Fischer, A.G., 1956, Ivertebrate Fssils, Mc Graw-Hill Book Company, Inc, Edisi kedua, New York – Toronto – London.
7. Morris S. Petersen dan Keith Rigby J. 1982. Interpreting Earth History, WM. C. Brown Company Publisher Dubuque, Lowa, edisi ketiga.
8. Prawirosudirjo G. 1969. Kamus Istilah Anatomi dan Zoologi. Bhatara – Jakarta.
9. Sartono S dan Masrubi, 1976. Petunjuk Praktek Paleontologi Invertebrata. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Menengah Kejuruan.
10. Schrock, R.R dan Twenhofel W.H. 1953. Principle of Invertebrate Paleontology McGraw-Hill Book Company, Inc. New York-Toronto-London.
11. Simon dan Schusters, 1986, Guide to Fossils, A Fireside Book, Published by Simon & Shuster Inc.
12. S. Petersen morris , “Interoreting earth history”, wm.c.brown company publishers Dubuque, iowa,second edition,1979.